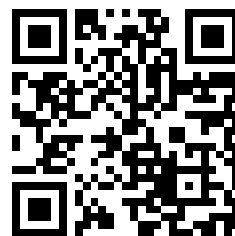

This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

GoogleTM books

<https://books.google.com>





Informazioni su questo libro

Si tratta della copia digitale di un libro che per generazioni è stato conservata negli scaffali di una biblioteca prima di essere digitalizzato da Google nell'ambito del progetto volto a rendere disponibili online i libri di tutto il mondo.

Ha sopravvissuto abbastanza per non essere più protetto dai diritti di copyright e diventare di pubblico dominio. Un libro di pubblico dominio è un libro che non è mai stato protetto dal copyright o i cui termini legali di copyright sono scaduti. La classificazione di un libro come di pubblico dominio può variare da paese a paese. I libri di pubblico dominio sono l'anello di congiunzione con il passato, rappresentano un patrimonio storico, culturale e di conoscenza spesso difficile da scoprire.

Commenti, note e altre annotazioni a margine presenti nel volume originale compariranno in questo file, come testimonianza del lungo viaggio percorso dal libro, dall'editore originale alla biblioteca, per giungere fino a te.

Linee guida per l'utilizzo

Google è orgoglioso di essere il partner delle biblioteche per digitalizzare i materiali di pubblico dominio e renderli universalmente disponibili. I libri di pubblico dominio appartengono al pubblico e noi ne siamo solamente i custodi. Tuttavia questo lavoro è oneroso, pertanto, per poter continuare ad offrire questo servizio abbiamo preso alcune iniziative per impedire l'utilizzo illecito da parte di soggetti commerciali, compresa l'imposizione di restrizioni sull'invio di query automatizzate.

Inoltre ti chiediamo di:

- + *Non fare un uso commerciale di questi file* Abbiamo concepito Google Ricerca Libri per l'uso da parte dei singoli utenti privati e ti chiediamo di utilizzare questi file per uso personale e non a fini commerciali.
- + *Non inviare query automatizzate* Non inviare a Google query automatizzate di alcun tipo. Se stai effettuando delle ricerche nel campo della traduzione automatica, del riconoscimento ottico dei caratteri (OCR) o in altri campi dove necessiti di utilizzare grandi quantità di testo, ti invitiamo a contattarci. Incoraggiamo l'uso dei materiali di pubblico dominio per questi scopi e potremmo esserti di aiuto.
- + *Conserva la filigrana* La "filigrana" (watermark) di Google che compare in ciascun file è essenziale per informare gli utenti su questo progetto e aiutarli a trovare materiali aggiuntivi tramite Google Ricerca Libri. Non rimuoverla.
- + *Fanne un uso legale* Indipendentemente dall'utilizzo che ne farai, ricordati che è tua responsabilità accertarti di farne un uso legale. Non dare per scontato che, poiché un libro è di pubblico dominio per gli utenti degli Stati Uniti, sia di pubblico dominio anche per gli utenti di altri paesi. I criteri che stabiliscono se un libro è protetto da copyright variano da Paese a Paese e non possiamo offrire indicazioni se un determinato uso del libro è consentito. Non dare per scontato che poiché un libro compare in Google Ricerca Libri ciò significhi che può essere utilizzato in qualsiasi modo e in qualsiasi Paese del mondo. Le sanzioni per le violazioni del copyright possono essere molto severe.

Informazioni su Google Ricerca Libri

La missione di Google è organizzare le informazioni a livello mondiale e renderle universalmente accessibili e fruibili. Google Ricerca Libri aiuta i lettori a scoprire i libri di tutto il mondo e consente ad autori ed editori di raggiungere un pubblico più ampio. Puoi effettuare una ricerca sul Web nell'intero testo di questo libro da <http://books.google.com>







Pubblicazione mensile.Conto Corrente con la Posta.

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE Elettrotecnica Italiana

UFFICIO CENTRALE

Telefono 20-86Telegrammi ASSELITAMILANO, Via S. Paolo, 10

— Eretta in Ente Morale il 3 Febbraio 1910. —

Premiata con: Diploma di benemeranza all'Esposizione di Como nel 1885 — Gran Premio all'Esposizione di Saint Louis nel 1904 — Gran Premio all'Esposizione di Brescia nel 1910.
Eretta in Ente Morale il 3 Febbraio 1910

INDICE.

N. 1. Résumé des Communications contenues dans la présente Hvrailson	Pag. 1
» 2. L'Elettricità all'Esposizione Internazionale di Torino del 1911 - Ing. E. SOLERI	» 3
» 3. Recensioni	» 71
» 4. Indice dei più importanti articoli pubblicati nei periodici	» 87
» 5. Elenco delle abbreviazioni.	» 93
<i>Pubblicità Industriale da I a XII e da XIII a XXVI</i>	

Le riviste che desiderano riprodurre qualcuno degli articoli qui stampati sono pregate di indicare che sono presi dagli Atti della A. E. I.

PROPRIETÀ LETTERARIA



MILANO
STUCCHI, CERETTI e C.
—
1912.

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

UFFICIO CENTRALE

MILANO = 10 - Via S. Paolo - 10 = MILANO

CONSIGLIO GENERALE

PRESIDENZA 1912-1914

Presidente Onorario: PACINOTTI Prof. ANTONIO.

Presidente LORI Prof. Ing. FERDINANDO — Padova;
Vice-Presidente BATTIELLI On. Prof. ANGELO, Roma — LOMBARDI Prof. Ing. LUIGI, Napoli —
SEMENZA Ing. GUIDO, Milano;
Segretario Generale PARVUPASSU Ing. Prof. CARLO, Padova;
Vice-Segretario Generale BIANCHI Ing. ANGELO, Milano;
Cassiere BARBAGELATA Prof. Ing. ANGELO, Milano.

Consiglieri rappresentanti le Sezioni per il 1912.

BOLOGNA — Amaduzzi Prof. Lavoro, *Presidente* — Riffi Ing. Pasquale;
CATANIA — Fusco Ing. Francesco, *Presidente* — Carnazza On. Gabriele — Vismara Ing. Emirico;
GENOVA — Rumi Prof. Ing. Cav. Uff. A. Sereno, *Presidente* — Königshelm Ing. Sigismondo — Pugliese Ing. Augusto;
LIVORNO — Vivarelli Prof. Aristide, *Presidente* — Lodolo Ing. Cav. Alberto;
MILANO — Panzarasa Ing. Alessandro, *Presidente* — Bertini Ing. Angelo — Civita Ing. Domenico — Conti Ing. Comm. Ettore — Danioni Ing. Filippo — Fenzi Ing. Enzo — Gadda Ing. Giuseppe — Jona Ing. Emanuele — Motta Ing. Giacinto — Sturci Prinetti Ing. Giacinto — Vannotti Ing. E. Ernesto;
NAPOLI — Lombardi Prof. Luigi, *Presidente* — Bonghi Cav. Ing. Mario — Carli Ing. Cav. Camillo Albino —
Nardone Ing. Aslan — Vallauri Ing. Giancarlo.
PADOVA — Amati Ing. Giuseppe, *Presidente* — Milani Ing. Cav. Paolo;
PALERMO — Dina Prof. Ing. Alberto, *Presidente* — Buttafarri Ing. Gaetano;
ROMA — N. N., *Presidente* — Ascoli Cav. Prof. Moisé — Majorana Prof. Comm. Quirino — Mengarini Comm. Prof. Guglielmo — Piola Prof. Francesco;
TORINO — Tedeschi Comm. Ing. Vittorio, *Presidente* — Grassi Comm. Prof. Guido — Jervis Ing. Tommaso — Ferraris Ing. Prof. Lorenzo — Guagno Ing. Enrico.

CONSIGLI DELLE SEZIONI.

BOLOGNA, Via Pietrafitta, 11 — *Presidente*: Amaduzzi Prof. Lavoro; *Vice-Pres.*: Donati Ing. Alfredo; *Segretario*: Palagi Ing. Torquato; *Cassiere*: Gasparini Ing. Cleto; *Consiglieri*: Calzoni Ing. Adolfo, Cesari Ing. Ettore, Mantegazzini Ing. Giovanni, Novi Cav. Ing. Michelangelo.
CATANIA, Via Etna, 308 — *Pres.*: Fusco Ing. Francesco; *Vice-Pres.*: Boggioni Prof. Enrico; *Segr.*: De Luca Ing. Luigi; *Cassiere*: Interdonato Ing. Pietro; *Consiglieri*: Colaciuri Ing. Prof. Vincenzo, Fichera Ing. G.B., Majorana Ing. Fabio, Tenerelli Ing. Francesco.
GENOVA, Via Interiano, 3-6 — *Pres.*: Rumi Prof. Ing. A. Sereno; *Vice-Pres.*: Ronco Prof. Ing. Nino; *Segretario*: Anfossi Ing. Giovanni; *Cassiere*: Cappellini Cav. Vittorio; *Consiglieri*: Garibaldi Ing. Prof. Cesare, Galliano Ing. Salvatore, Dossmann Ing. Gustavo, Piaggio Ing. Carlo.
LIVORNO, Via Scali del Pesce, 2 — *Presidente*: Vivarelli Prof. Aristide; *Vice-Pres.*: Rosselli Ing. Cav. Angelo; *Segretario*: Dalmedico Ing. Gustavo; *Cassiere*: Catani Ing. Gualberto; *Consiglieri*: Vespignani Cav. Giuseppe, Vivarelli Ing. Virginio.
MILANO, Via S. Paolo, 10 — *Pres.*: Panzarasa Ing. Alessandro; *Vice-Pres.*: Gadda Ing. Giuseppe; *Segretario*: Campos Ing. Gino; *Cassiere*: Bianchi Ing. Angelo; *Consiglieri*: Arcioni Ing. Vittorio, Brioschi Ing. Franco, Clerici Ing. Carlo, Coitri Ing. Carlo, Piazzoli Ing. Emilio.
NAPOLI, Via Nardone, 113 — *Presidente*: Lombardi Prof. Luigi; *Vice-Pres.*: Pizzuti Ing. Michele; *Segr.*: Massari Ing. Marino; *Cassiere*: Sagrese Ing. Achille; *Consiglieri*: Boubée Prof. Comm. F. C. Paolo, Ferrari Ing. Carlo, Indaco Prof. Vincenzo, Liguori Ing. Pirro, Rizzo Prof. Saverio, Ruffolo Ing. Francesco.
PADOVA, Via Dante, 38 — *Presidente*: Amati Ing. Giuseppe; *Vice-Pres.*: Lori Prof. Ing. Ferdinando; *Segr.*: Levi Da Zara Dott. Mario; *Cassiere*: Turazza Prof. Giacinto; *Consiglieri*: Corinaldi Ing. Amedeo, Girazzolo Ing. Giuseppe.
PALERMO, Via Maqueda, 175 — *Presidente*: Dina Ing. Prof. Alberto; *Vice-Pres.*: Pagliani Prof. Cav. Stefano; *Segretario*: Manetti Ing. Nicolò; *Cassiere*: Masticchi Prof. Felice; *Consiglieri*: Ovazza Prof. Ing. Elia, Arena Prof. Ing. Oreste.
ROMA, Via delle Muratte, 70, (Palazzo dei Sabini) — *Presidente*: N. N.; *Vice-Pres.*: Del Buono Ing. Ulisse; *Segretario*: Carletti Ing. Aurio; *Cassiere*: Lattes Comm. Ing. Oreste; *Consiglieri*: Biagini Ing. Augusto, Corbino Prof. O. Mario, Faranda Cav. Ing. Alberto, Piola Prof. Francesco, Reggiani Cav. Napoleone, Reversi Prof. Ing. Giuseppe.
TORINO, Galleria Nazionale — *Pres.*: Tedeschi Comm. Ing. Vittorio; *Vice-Presidente*: N. N.; *Segretario*: Palestino Carlo; *Cassiere*: Luino Andrea; *Consiglieri*: Ferraris Ing. Prof. Lorenzo, Guagno Ing. Enrico, Megardi Ing. Giuseppe, Valabrega Ing. Raffaele.

Presidenti antecedenti:

Prof. Comm. Galileo Ferraris (dal 27 Dicembre 1896 al 7 Febbraio 1897)
— Prof. Comm. Giuseppe Colombo (1897-1899) — Prof. Comm. Guido Grassi (1900-1902) —
Prof. Comm. Moisé Ascoli (1903-1905) —
Ing. Cav. Emanuele Jona (1906-1908) — Ing. Prof. Luigi Lombardi (1909-1911).

COMITATO NORME.

Prof. Luigi Lombardi, *Presidente* — Ing. Fano Guido — Ing. Prof. Ferraris Lorenzo — Ing. Giacinto Motta —
Ing. Pontiggia Luigi — Ing. Salvadori Riccardo — Ing. Bonghi Mario (Napoli) — Ing. Carazzolo Giuseppe (Padova) —
Ing. Dal Medico Gustavo (Livorno) — Ing. Del Buono Ulisse (Roma) — Prof. Dina Alberto (Palermo) —
Ing. Jona Emanuele (Milano) — Ing. Königshelm Sigmund (Genova) — Prof. Majorana Quirino (Roma) —
Ing. Marieni Salvatore (Bologna) — Ing. Morelli Ettore (Cons. Gen.) — Ing. Raffi Pasquale (Bologna) —
Ing. Semenza Guido (Cons. Gen.) — Ing. Soleri Elvio (Torino) — Ing. Trossarelli Ottavio (Torino) —
Sig. Uttili Giuseppe (Napoli) — Ing. Vannotti Ernesto (Milano) — Ing. Vismara Enrico (Catania)

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE Elettrotecnica Italiana**UFFICIO CENTRALE - MILANO**

N. 1.

RISUMI

DES CONFÉRENCES ET DES COMMUNICATIONS**CONTENUES DANS LA PRÉSENTE LIVRAISON**

**E. SOLERI. L'électricité à l'exposition de Turin 1911.**

L'exposition de Turin, quoique venant après les expositions de Marseille et de Bruxelles, a eu à l'égard de l'électricité une certaine importance pour montrer les derniers perfectionnements de la technique des appareils électriques, et pour signaler la place occupée par l'Italie dans la construction des machines électriques, et dans l'exploitation des usines d'électricité.

L'A. passe en revue les principales branches des applications de l'électricité, en signalant les nouveautés et les perfectionnements dont on a l'exemple à l'exposition.

Il conclut que quoique de grandes nouveautés ne aient pas paru, la présente exposition va fixer pour plusieurs applications de l'électricité leur dernier progrès en indiquant les tendances d'après lesquelles on doit surtout encore les perfectionner.

L'ELETTRICITA'

ALL'ESPOSIZIONE INTERNAZIONALE DI TORINO DEL 1911.

*Comunicazione fatta dal socio ING. E. SOLERI alla Sezione di Torino.
il 1.º Dicembre 1911.*

La Elettrotecnica rappresenta certamente il ramo dell'Ingegneria, che ha avuto negli ultimi anni il più rapido sviluppo; essa è venuta man mano ampliando così grandemente il campo delle applicazioni dell'Elettricità, che le novità si sono in essa succedute frequentemente.

Le grandi Esposizioni, le quali hanno per l'appunto l'ufficio di segnalare le novità più importanti ed i perfezionamenti più recenti di ogni tecnica, hanno avuto una speciale importanza nello sviluppo delle applicazioni dell'elettricità, i cui fenomeni avevano un alto interesse sia per i tecnici come per i profani, che intuivano nell'utilizzazione di questa nuova forma di energia i germi di profonde trasformazioni economiche.

La elettricità, già curioso oggetto di mostra nelle prime Esposizioni e che ai più non lasciava prevedere la universalità delle sue future applicazioni, ha fatto di questi convegni della scienza e dell'industria i capisaldi della propria ascensione, ed oggi dà manifesta prova della sua importanza, affermandosi nelle Esposizioni stesse, come l'elemento primo e necessario della loro vita.

Noi vediamo nella storia delle Esposizioni tracciata quella della meravigliosa fioritura delle applicazioni elettriche, nate dalla scienza, per opera di tecnici che venivano man mano fissandone le deduzioni in risultati pratici, senza arrestarsi innanzi alle naturali dubbiezze dello scienziato nell'interpretazione dei fenomeni elettrici.

Sono memorabili le prime Esposizioni in cui si ebbe esempio di applicazioni elettriche.

Nel 1878 all'Esposizione di Parigi, Edison faceva conoscere per la prima volta in Europa la lampada ad incandescenza, a

quella di Berlino del 1879 Siemens dava esempio della prima tramvia elettrica, ed a Vienna nello stesso anno si conosce il primo motore elettrico industriale.

Mentre a Parigi nel 1882 si vedono i primi impianti elettrici funzionanti, nella considerazione dei quali Galileo Ferraris aveva occasione di scrivere nella sua relazione: « se finalmente non è chimerico pensare ad una distribuzione a domicilio della forza motrice, fatta per mezzo della corrente elettrica... », la memorabile Esposizione di Torino del 1884 valeva all'elettrotecnica il trasformatore e dava argomento al Ferraris stesso, due anni appena dopo il suo vaticinio, di dettare la teoria di quell'apparecchio, rendendone note le proprietà, che hanno resa possibile la trasmissione pratica dell'energia a grande distanza, vale a dire uno dei più grandi fatti economici della modernità.

L'Esposizione di Francoforte del 1891 col primo importante esperimento di trasmissione della energia elettrica a distanza, ne sanzionava la possibilità e praticità costituendo il trionfo delle deduzioni del Ferraris, il quale in quel convegno internazionale aveva il plauso dei tecnici prima ancora che dal pubblico fosse intuita la importanza di una così grande trasformazione industriale.

Oramai la Elettrotecnica si era formata, e l'Esposizione di Chicago del 1893 rappresentava già una stupefacente rappresentazione delle numerosissime applicazioni dell'elettricità, mentre va specialmente famosa per il Congresso elettrotecnico che l'accompagnò, dove gli elettricisti, consci che oramai la loro scienza, sorpassato il periodo iniziale, si era associata alla tecnica fissarono le basi unificatrici degli elementi su cui il progresso delle applicazioni potesse procedere sicuramente e con esattezza.

Torino nel 1898 e Parigi nel 1900 diedero notizia dei risultati ottenuti mediante cotesti accordi, col mostrare le prime grandi costruzioni elettromeccaniche, nuove applicazioni alle industrie, i perfezionamenti di quelle già note, tra cui importantissime la trazione elettrica, il telefono, i processi elettrochimici, quelli biologici, e segnarono nuove invenzioni che oggi hanno largo sviluppo.

L'Esposizione di St. Louis del 1904 non ha più dimostrato altro che l'elettrotecnica aveva ormai nella maggior parte delle sue applicazioni raggiunto lo stato di regime e che al periodo delle invenzioni era successo quello dei perfezionamenti costruttivi, i quali si svolgono lentamente e non hanno quel carattere di novità che fu la caratteristica delle Esposizioni precedenti.

L'Esposizione di Torino succede alle recenti Esposizioni di Mar-

siglia e di Bruxelles, aventi carattere analogo, per cui era da presumere che vere novità di alto interesse in ordine scientifico e tecnico non avessero da rilevarsi.

È da notarsi poi che il carattere delle Esposizioni industriali è venuto modificandosi per la grande frequenza con cui si succedono cotesti costosi convegni, i quali hanno ora finalità nazionali e commerciali più che non tecniche, mentre la loro necessità per rendere note novità, è minore per la larga diffusione della stampa tecnica. L'Esposizione di Torino in particolar modo fu essenzialmente una solenne commemorazione della ricorrenza cinquantenaria della fatidica proclamazione che ad un tempo pose le fondamenta della Patria, e raccolse sotto l'egida vivificatrice della libertà le energie e le iniziative latenti di tutto il nostro Paese, rendendo chiara al mondo industriale la sintesi del progresso compiuto dalla tenacia e dalla genialità degli italiani unificati e raccolti alle nuove lotte industriali e commerciali.

Pur tuttavia la Esposizione di Torino non farà a meno di lasciare una traccia anche nel campo della Elettrotecnica, avendo dato occasione di segnalare la nostra industria nazionale, e di sintetizzare i più recenti perfezionamenti costruttivi nel macchinario e negli apparecchi elettrici come di segnalare forse il principio di una lontana trasformazione dei sistemi attuali di produzione e di distribuzione dell'energia, che un giorno potranno essere sostituiti da mezzi più perfetti, fondati su principi attualmente allo stato sperimentale. La Esposizione nostra, per le condizioni speciali dell'Italia la quale importa largamente dall'estero macchine ed apparecchi elettrici, doveva in modo speciale allettare il concorso delle maggiori Case, che a parte qualche deplorabile astensione, è stato sufficientemente largo.

...

Anzitutto poche parole intorno all'ordinamento della presente Esposizione che ne è la qualità essenziale e costituisce un'opera veramente difficile a compiersi in modo soddisfacente. Un'enciclopedia attinge non soltanto il suo valore dalla ricchezza delle notizie e dei dati raccolti, quanto da una classificazione che renda completa e facile ogni ricerca: una Esposizione per essere pratica, deve avere un perfetto stato di classificazione e di ordinamento.

Il visitatore per servirsi dell'Esposizione ha da avere gli oggetti del suo studio così presentati e raggruppati da potersi specializzare in essi, senza distrarre la sua osservazione in prodotti di diversa

natura, e deve poter procedere ad uno studio comparativo che è lo scopo essenziale di ogni Esposizione. In questo punto sta il successo tecnico delle Esposizioni, ed il principale motivo per cui possono segnare un perfezionamento sulle precedenti.

La presente Esposizione ha fatto tesoro dell'organizzazione delle precedenti nella compilazione di programmi che specialmente in merito alla Elettrotecnica furono amplificati e meglio ordinati.

Purtroppo dobbiamo invece riconoscere che la tendenza attuale di fare delle Esposizioni una mostra speciale delle varie Nazioni, piuttosto che delle varie tecniche, per gli scopi commerciali ed industriali che ora hanno la massima importanza nelle Esposizioni moderne, ha fatto sì che per quanto esistesse una Galleria dell'Elettricità essa non fosse esclusivamente adibita al materiale elettrotecnico, mentre notevole parte del materiale esposto da altre Nazioni costituiva mostra separata nei rispettivi padiglioni; nella stessa galleria dell'Elettricità mancava un coordinamento nelle mostre che riunisse i materiali appartenenti alle medesime classi per un più diretto ed ordinato raffronto.

La presente comunicazione ha non solo l'obbiettivo di segnalare per i vari rami della elettrotecnica le novità più salienti rappresentate alla Esposizione di Torino del 1911; ma soprattutto di indicare i perfezionamenti più importanti introdotti nelle macchine ed apparecchi già conosciuti, ed indicare là dove è possibile quali sono le tendenze a cui si rivolgono.

LE COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE.

Il carattere generale delle costruzioni elettromeccaniche è attualmente quello dei perfezionamenti costruttivi atti a migliorare il funzionamento delle macchine elettriche ed a estenderne i limiti di applicazione. Questo carattere più che in ogni altro ramo è evidente nella tecnica dei generatori elettrici, così come sono rappresentati alla presente Esposizione, dal cui insieme risulta sintetizzato in modo sufficientemente completo lo stato attuale di coteste costruzioni.

Il diffondersi delle applicazioni dell'elettricità ha avuto come conseguenza naturale e necessaria il perfezionamento degli organi generatori della corrente elettrica, le cui proprietà di facile trasmissione a distanza promossero la tendenza verso la costruzione di

centrali di grande potenza, le quali in modo più economico possono generarla.

La tecnica della elettricità, ha dato un notevole sviluppo alla costruzione delle motrici sia idrauliche che termiche, le quali alla loro volta hanno raggiunto limiti maggiori nella potenza ed hanno assunto tipi che richiedono speciali costruzioni nei generatori della energia elettrica.

Cotesti generatori dopo gli studi ed i tentativi di inventori e costruttori che ne hanno elaborato e successivamente abbandonato pleiadi di tipi, si sono finalmente sulla guida di un indirizzo sicuro e pratico fissati su forme generalmente usate e sono stati perfezionati soprattutto nel loro funzionamento e nei limiti di potenza.

Mentre alla Esposizione di Parigi del 1900, dove abbiamo avuto esempio dei primi elettrogeneratori di grande potenza sarebbe parso assurdo pensare ad alternatori di 10.000 cavalli a 1500 giri od a dinamo di 1500 HP a 1500 giri e di 4000 HP a 300 giri, oggi questi limiti sono largamente superati. Questo aumento nella potenza delle unità generatrici è stato sollecitato dalla maggiore potenzialità delle motrici termiche ed idrauliche e dallo sviluppo delle applicazioni elettriche che danno luogo in molti casi a centrali di potenza veramente gigantesca, quale non era certo da prevedersi.

Novità costruttive nei generatori elettrici sono state introdotte in questi ultimi anni: per raggiungere potenze sempre maggiori, per vincere difficoltà fino ad ora insormontate, come per adattare agli usi più diversi la corrente elettrica, onde raggiungere rendimenti sempre più elevati e per rendersi sempre più padroni della macchina allo scopo di guidarne i fenomeni secondari.

Non abbiamo però a segnalare novità le quali rappresentino una vera rivoluzione nella forma della produzione industriale della energia elettrica, per quanto per più segni appaia probabile ed imminente che al periodo di raccoglimento che ha portato a così alto grado di perfezionamento il rudimentale anello di Pacinotti stia per succedere una nuova era la quale, mutate le caratteristiche di utilizzazione della energia elettrica, ne modifichi pure grandemente i mezzi di produzione.

Il nostro esame deve pertanto limitarsi a riassumere le caratteristiche costruttive dei moderni generatori della corrente elettrica sia alternata che continua. Anzitutto parecchi tipi speciali di generatori che nelle passate Esposizioni attestavano la continua opera di studio di macchine nuove sono scomparsi così come nella pra-

tica. Le dinamo unipolari, gli alternatori a indotto rotante, quelli compoundati hanno avuto un periodo passeggero di voga. La macchina si è semplificata quanto si è potuto e si è unificata nei suoi tipi, dando la prevalenza all'alternatore a indotto fisso esterno ed induttore rotante interno a poli salienti eteronimi. Però la presente Esposizione segnala che il tipo di alternatore a induttore rotante esterno ed indotto interno, già altre volte adottato per accoppiamento a motrici a stantuffo, ovvero per comando mediante cinghia si rende nuovamente necessario per gli alternatori accoppiati ai motori ad olio pesante Diesel, a cui compete un notevole grado di irregolarità. Questo costituisce allo stato attuale un caso di eccezione che potrebbe nell'avvenire, quando i motori ad olio pesante si siano resi capaci di maggiore potenza, generalizzarsi.

La richiesta di sempre maggiori potenze dai generatori ha reso assillante e fruttifero lo studio di una maggiore utilizzazione dei materiali, cosicchè in circa cinque anni gli alternatori e le dinamo sono stati portati ad una potenza doppia per pari peso e pari numero di giri. Cotesto progresso non è stato realizzato mediante alcuna speciale invenzione; ma colla evoluzione costante dello studio e dei perfezionamenti costruttivi.

Anzitutto l'uso di materiali meglio adatti sia agli sforzi meccanici che alla formazione dei circuiti magnetici ha ridotto le dimensioni della macchina; la riduzione dei fenomeni secondari di reazione di indotto, dei disperdimenti, delle perdite supplementari ne ha diminuito le perdite di potenza. La diminuzione delle perdite specifiche nei circuiti elettrici e magnetici, usando denti numerosi, la laminazione delle espansioni polari, la suddivisione dei conduttori, l'uso di lamiere a basso coefficiente di perdite permettono di saturare sempre più le parti attive delle macchine senza aumentare le perdite.

Hanno contribuito però soprattutto ad aumentare la utilizzazione della macchina, l'uso di espedienti nuovi di ventilazione artificiale, come la più razionale disposizione degli organi atti a questo scopo.

Il turbo alternatore è stato specialmente sviluppato in cotesto ultimo periodo per realizzare in questo generatore alquanto diverso nelle dimensioni e modalità costruttive dall'alternatore ordinario a bassa velocità, la possibilità di altissime velocità periferiche.

Sono da notarsi come recenti tipi di costruzione della parte rotante per alternatori a grande velocità:

L'Alternatore della Società Ganz, brevetto Blathy, accoppiato alla turbina a vapore Tosi.

Il rotore è a quattro poli salienti, i quali sono costituiti da due nuclei ciascuno. Gli otto nuclei polari disposti in due corone sono fucinati insieme coll'albero in un solo pezzo di acciaio. Su cotesti nuclei polari cilindrici sono infilati degli astucci polari i quali portano le espansioni polari e sono circondati dalle bobine di eccitazione costituite da bandella di rame nudo isolata con presspahn. Queste bobine sono infilate sui cilindri e trattate in seguito con un processo speciale ad alta temperatura ed a grande pressione che rende le bobine perfettamente compatte. Tale costruzione permette di applicare con tutta sicurezza delle velocità periferiche molto elevate, nella macchina esposta di circa 85 metri per 1", e di ottenere una eccellente ventilazione della macchina, senza ricorrere a dispositivi speciali di ventilazione.

La forma delle espansioni polari e l'uso di ammortizzatori energetici assicurano una forma press'a poco sinusoidale della tensione.

L'alternatore Brown Boveri. — Caratteristico per indicare i più moderni perfezionamenti introdotti nella costruzione degli alternatori ordinari per alte velocità è il generatore presentato dalla Tecnomasio Italiano Brown Boveri nel proprio Stand.

Le caratteristiche di funzionamento di cotesto alternatore sono le seguenti:

Potenza normale 3400 KVA

Numero dei giri al minuto 504

Frequenza 42 periodi al minuto secondo

Tensione ai morsetti 3300 volt

Eccitazione indipendente mediante una dinamo eccitatrice della potenza di 96 Kw a 110 volt.

L'alternatore è ad indotto fisso e induttore girante a 10 poli a 3 supporti con albero a giunto per accoppiamento diretto a turbina idraulica e prolungato per ricevere un volano il cui momento di inerzia è di 29.000 Kg. mq.

Le caratteristiche costruttive principali di cotesto interessante alternatore ad alta velocità sono le seguenti:

Il rotore in luogo della costruzione a razze si compone di un mozzo in ghisa, sulla cui periferia sono calettate a caldo delle piastre di acciaio Martin Siemens a forma di corona circolare. Questi piastroni sono trattenuti nel senso dell'asse da lunghi bulloni, che servono insieme da biette fra essi ed il mozzo ed hanno alla periferia degli incastri a coda di rondine nei quali vengono fissati i poli.

Questi sono pure in acciaio Siemens Martin e sono muniti di espansioni polari lamellate.

Le bobine dei poli presentano la particolarità di essere spinte contro le espansioni polari da una serie di molle che lavorano contro un anello di ferro premente sulla spira.

In tale modo si evita che coll'assetto degli isolanti le bobine vengano a muoversi, quando all'avviamento od all'arresto della macchina la forza centrifuga non è ancora sufficiente a vincere la azione della gravità sulle bobine, col risultato di non assoggettare le connessioni a frequenti e brusche piegature.

Per quanto riguarda l'indotto è da segnalarsi l'accorgimento di avere formato i conduttori collocati nella parte più prossima al traferro con trecce di numerosi fili d'rame. Con tale disposizione si evita il riscaldamento dovuto alle correnti parassite, migliorando le condizioni di rendimento della macchina.

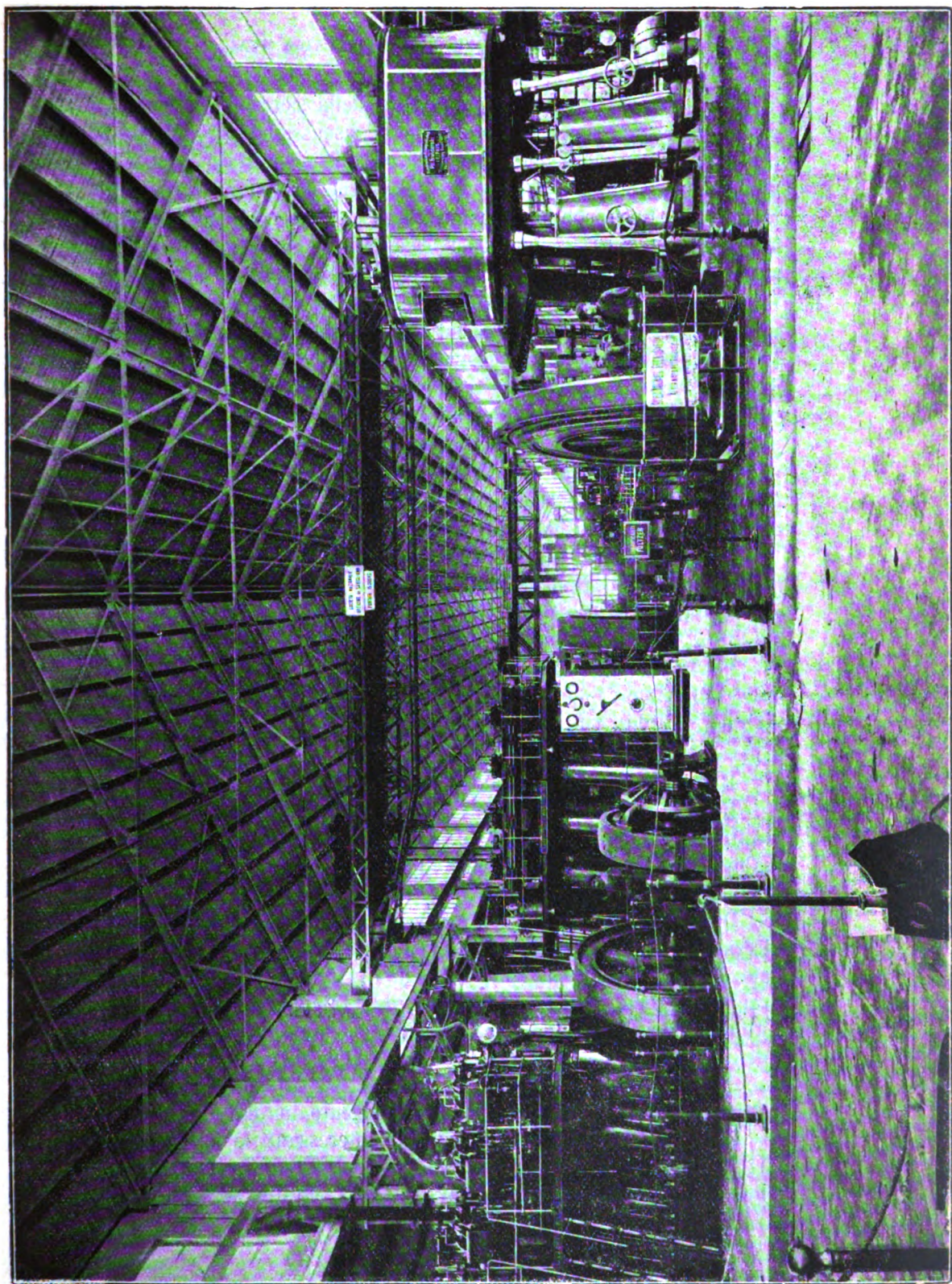
L'isolamento delle spirali di indotto è a più avvolgimenti di micanite applicata sia sui conduttori che tra di essi e il ferro del nucleo magnetico.

Attacchi speciali fissano dette matasse alla carcassa per opporsi alla attrazione magnetica proveniente dagli eventuali corti circuiti cui può essere soggetto l'alternatore. La ventilazione è particolarmente favorita mediante opportuna forma della carcassa e delle cuffie di protezione.

Costituiscono un buon esempio di costruzione di alternatori a induttore rotante esterno quelli della Società Nazionale Officine di Savigliano della potenza di 1000 a 800 Cavalli, accoppiati rispettivamente al motore ad olio pesante Sulzer ed alla motrice a stantuffo Tosi, come pure quello del Tecnomasio Italiano di 600 HP accoppiato al motore Diesel della Ditta Tosi. Tutti questi alternatori danno corrente trifase a 6600 volt e 50 periodi.

Specialmente caratteristico come caso limite di costruzione dei generatori elettrici per corrente alternata ad alta tensione è l'esempio dato dalla Società Ganz nel suo stand di un alternatore di 5200 KVA a 30.000 volt, costruito per la centrale di Arci della Società Anglo Romana di Roma.

L'isolamento delle bobine ricambiabili formate su sagoma è fatto con micanite, trattata in modo speciale per ottenere la massima resistenza alla perforazione. Il resto della costruzione è bene studiato nei suoi dettagli che sono uniformati a quei criteri generali di cui abbiamo fatto cenno. Il peso di cotesto alternatore è di 78 tonnellate.



Per quanto la generazione diretta della corrente alternata a così alta tensione possa essere oggetto di discussione, la quale tenga conto della maggiore delicatezza di un tale generatore, più facilmente esposto alle sopratensioni esterne, che non quando venga collegato alle linee con un trasformatore, a cui compete indubbiamente un maggiore coefficiente di sicurezza, è da segnalarsi cotesto brillante risultato nell'isolamento degli alternatori, in quanto che indica quale notevole perfezionamento siasi introdotto nella tecnica dei materiali isolanti, a cui deve rivolgersi in modo particolare oggi la attenzione del costruttore di macchine elettriche.

In merito ai generatori a corrente continua, abbiamo a rilevare che l'uso dei poli ausiliari si è generalizzato, estendendosi fino alle piccole dinamo per la eccitazione degli alternatori e che con un opportuno studio degli avvolgimenti e dei commutatori si sono migliorate notevolmente le condizioni di funzionamento, per cui entro limiti molto ampi di carico si evita lo scintillamento.

Raccoglie bene tutte le caratteristiche del moderno generatore a corrente continua la dinamo di 250 Kw a 2×220 Volt e 250 giri presentata dalla Società Ganz accoppiata col motore Diesel della Langen e Wolf nella centrale della Esposizione.

Cotesta dinamo per servizio a tre fili è dotata del noto dispositivo, di bobine induttive collegate mediante anelli di contatto a tre punti a 120° dell'indotto ed aventi l'altro estremo comune, per modo da individuare il punto neutro.

Il peso di cotesta dinamo è di 7200 Kg. senza supporti.

In materia di trasformatori gli estremi limiti costruttivi si sono rivolti ai massimi potenziali ed alle maggiori potenze, come è attualmente richiesto dai moderni impianti idroelettrici, da cui grandi quantità di energia sono distribuite ad alta tensione.

Danno testimonianza del perfezionamento raggiunto in queste direzioni il trasformatore trifase a 150.000 volt della Società Nazionale delle Officine di Savigliano, quelli a 110.000 volt della Società Gramme, e della Société Industrielle des Téléphones ed il trasformatore trifase a raffreddamento con circolazione d'acqua per 8000 volt e 16.000 KVA della Società Ganz. Il peso di cotesto trasformatore è di 26 tonnellate, pari a 1,6 Kg. per Kw. di potenza normale. Tutti questi trasformatori sono ad isolamento in olio.

Per i motori elettrici sono riuscite interessanti le loro particolari applicazioni per vari usi di forza motrice e tra i vari espositori sono specialmente da notarsi la ditta Marelli per i suoi dif-

fusi ventilatori elettrici, e la ditta Max Schorch per gli elevati rendimenti raggiunti in piccoli motori per comando di telai.

I convertitori elettrici sono rappresentati in tutte le loro forme. Abbiamo il raddrizzatore a vapori di mercurio della Westinghouse, dei raddrizzatori magnetici della Muirehead, un interessante convertitore rotante trifase della Siemens, in cui la parte rotante è ridotta al commutatore, ed alcuni convertitori rotanti della Società Nazionale Officine di Savigliano, e della Alioth.

La industria nazionale della costruzione delle macchine elettriche è rappresentata oltre che dalla Società Nazionale delle Officine di Savigliano, dal Tecnomasio Italiano Brown Boveri, le quali ditte hanno voluto approfittare di cotesta occasione per sfatare il pregiudizio che le macchine di grande potenza dovessero venirci dall'estero, da altre ditte minori quali, le Officine Ferroviarie, le Officine Elettromeccaniche di Rivarolo, la Ditta Colombo e Spizzi, lo Stabilimento Elettrotecnico Ansaldo, Ercole Marelli, le quali indicano come non mancherebbero nel nostro paese nè le iniziative, nè gli elementi tecnici e di maestranza, e forse neppure i capitali per dare maggiore floridezza a cotesta industria, di cui siamo larghissimi consumatori e grandemente debitori verso l'estero, se un più esatto e più largo concetto di economia nazionale ispirasse il nostro Governo a modificazioni del regime doganale delle materie prime e delle macchine elettriche, atte ad assicurare al nostro Paese tutti i benefici che provengono da un più largo sfruttamento delle sue risorse idrauliche per la produzione della energia elettrica.

LA TRAZIONE ELETTRICA.

Mentre per le altre costruzioni elettromeccaniche abbiamo riconosciuto che i loro caratteri sono di lento e continuo perfezionamento sulla base di sistemi indiscussi, il materiale per la trazione elettrica viene rinnovandosi ed i relativi sistemi sono oggetto oggidì delle più vive discussioni, le une spesso degeneranti in polemiche, nutrite sia dall'importanza del problema in questione, come dalla diversità delle caratteristiche dei tipi che si disputano il primato.

La presente Esposizione offre, sia per il materiale esposto, come per il periodo in cui ha avuto luogo, argomento per porre a confronto,

in base agli elementi di quanto è stato presentato al pubblico, i noti sistemi di trazione elettrica.

Il problema più interessante è quello della trazione interurbana per medie e grandi distanze, per medio e grande traffico, in quanto che la trazione urbana è oramai affidata al sistema a corrente continua a 500 Volt, intorno al quale abbiamo illustrazione di motori e di controller, in cui sono da rilevarsi perfezionamenti nei dettagli costruttivi che non rivestono alcun carattere di novità.

Per la trazione interurbana si contrappongono, come è noto, i seguenti sistemi:

a corrente continua ad alta tensione, di cui abbiamo esempio in motori esposti da varie Ditte, le quali hanno voluto a ragione illustrare la parte più importante e vitale del sistema,

a corrente alternata monofase largamente rappresentato da locomotori ed automotrici della Siemens Schuckert e della A. E. G. Thomson Houston,

a corrente alternata trifase di cui dà esempio importante il materiale relativo agli impianti delle Ferrovie dello Stato Italiano.

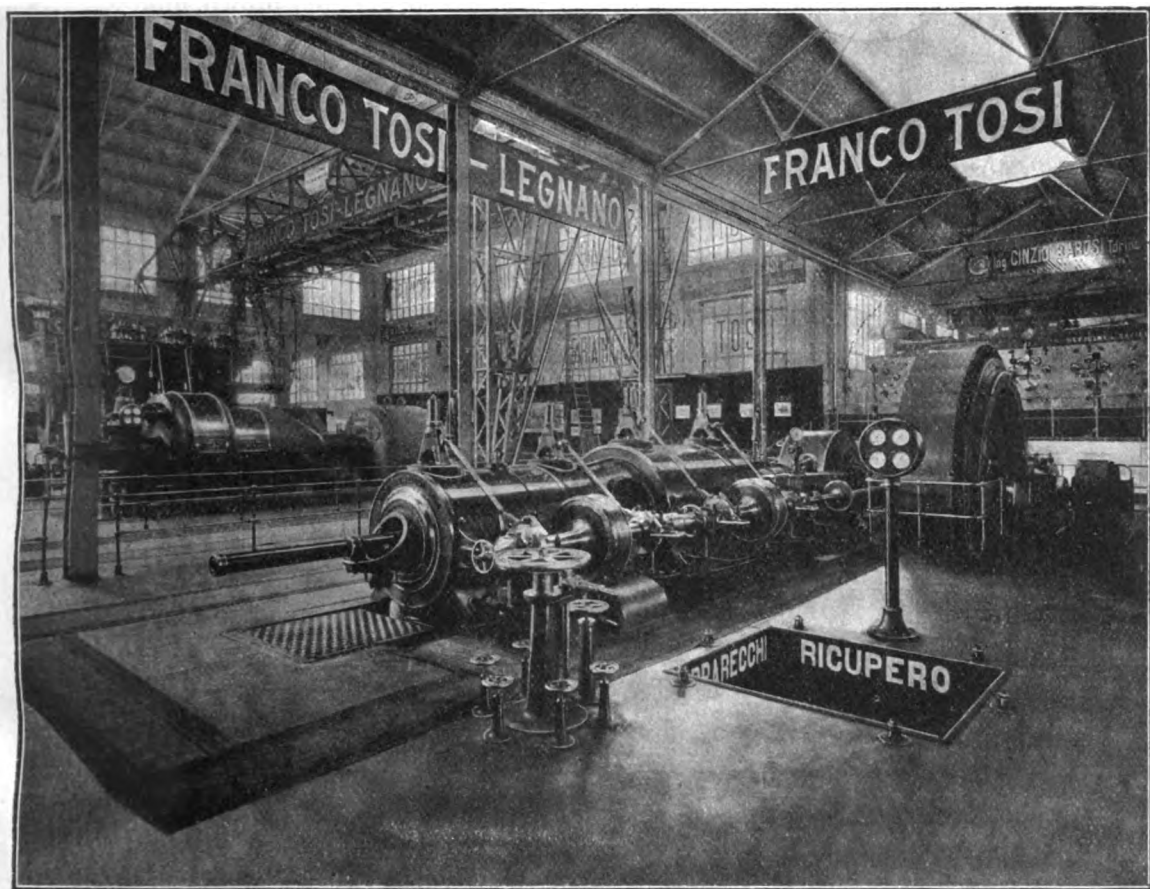
Sistema a corrente continua. — Il sistema a corrente continua ad alta tensione è relativamente recente e deriva dai perfezionamenti introdotti nel sistema ordinario con motori in serie per estenderne il raggio di azione. L'uso della alta tensione colla corrente continua è stato reso possibile essenzialmente dal perfezionamento del motore con vari mezzi, tra cui essenziale quello dei poli ausiliari, che diedero modo di impiegare tensioni, che prima si ritenevano inadatte ad un servizio pratico.

Eliminato il temuto *flash over* o corto circuito fra le spazzole, reso capace il motore di tollerare sopraccarichi momentanei di oltre il 100 %, migliorati gli isolamenti dei conduttori e delle bobine, il motore a corrente continua è divenuto una macchina molto solida ed adatta alle dure esigenze del traffico ferroviario, pure non perdendo le meno buone caratteristiche sue, di richiedere una accurata manutenzione, e di avere un costo maggiore di quello di altri motori.

La alta tensione oltre che migliorare la commutazione riducendone la corrente, aumenta anche la capacità dei motori diminuendone il peso per HP. Oggidì non vi sono difficoltà a costruire mo-

tori di un centinaio di cavalli per 1200 volt, per essere montati sopra una vettura tramviaria con uno scartamento di un metro.

Al sistema a corrente continua competono speciali vantaggi che bene spesso in una determinata classe di condizioni locali debbono dargli la preferenza.



Centrale della Esposizione.

Alla presente Esposizione tale sistema è scarsamente rappresentato da alcuni motori separati.

Sistema Monofase. — Parlando di trazione monofase occorre anzitutto di distinguere tra i vari sistemi che hanno comune cotesto nome, poichè uno degli elementi di incertezza nella discussione relativa al monofase è quello del relativo tipo di motore, di cui si

hanno varie classi, di natura ben diversa e su cui sarebbe utile un accordo nell'interesse stesso della diffusione del sistema.

Alla presente Esposizione abbiamo rappresentati tre tipi di motori monofasi a collettore, che sono pure i più usati e generalmente proposti. Ciascuno di questi tipi ha caratteristiche speciali.

Il motore Deri. — Da parte del Tecnomasio Italiano Brown Boveri viene esposto un equipaggiamento completo di una automotrice con motori monofasi a collettore sistema Deri.

Il motore Deri appartiene al gruppo dei motori a repulsione, ha quindi uno statore munito di un semplice avvolgimento monofase e per rotore l'armatura di una macchina a corrente continua, colla differenza però rispetto all'ordinario motore monofase che porta due sistemi di spazzole, l'uno fisso l'altro mobile.

Cotesta è la caratteristica del sistema che consente una facile regolazione di velocità, con congegni di manovra puramente meccanici.

Nel motore Deri le spazzole fisse, disposte a 180° elettrici l'una rispetto all'altra secondo l'asse del campo dello statore, sono congiunte ciascuna a mezzo di una piccola resistenza ad una spazzola mobile, la quale può assumere tutte le posizioni da 0° a 180° .

Mediante questo sistema di spazzole mobili il funzionamento del motore a repulsione diventa analogo a quello del motore a corrente continua, in quanto riguarda la regolazione della velocità, variandosi il campo di eccitazione indotto dallo statore in funzione delle posizioni delle spazzole.

Ad un campo debole corrisponde una alta velocità ed una debole coppia, pure conservando un buon fattore di potenza, mentre al campo più intenso, relativo allo spostamento delle spazzole mobili di 90° , corrisponde la massima coppia e una bassa velocità con un fattore di potenza però alquanto più basso. Entro cotesto angolo di spostamento si può avere una ampia e ben graduabile scala di velocità.

Inoltre, come nel motore in serie a corrente continua, un aumento di tensione allo statore ha come conseguenza un aumento di velocità e viceversa. La commutazione avviene in modo più soddisfacente che negli ordinari motori a repulsione, perchè il campo di compensazione agisce sulla sola parte attiva dell'avvolgimento.

Il senso di rotazione è determinato dalla direzione in cui vengono spostate le spazzole.

Coteste caratteristiche rendono il motore particolarmente adatto per la trazione elettrica, per la quale applicazione il suo vantaggio

principale è di eliminare ogni controller di manovra elettrica e le resistenze di avviamento.

Un semplice interruttore ed un alberello, che con congegni meccanici semplici provoca la rotazione delle spazzole sono sufficienti al comando della automotrice.

Con questo tipo di motore il sistema monofase si contrappone principalmente al sistema a corrente continua ad alta tensione precedentemente considerato per le linee tramviarie, in cui è stato finora esclusivamente applicato. I vantaggi inerenti al sistema monofase di non avere nel rotore corrente ad alta tensione, di potersi quindi adattare a più alti potenziali e di ricevere corrente alternata, di distribuzione più economica, possono anche dargli il sopravvento in condizioni particolari, in cui non abbia speciale convenienza l'impiego della batteria di accumulatori o non valgano altre circostanze.

Per la trazione di carattere ferroviario abbiamo nella presente Esposizione la applicazione a locomotori ed automotrici di grande potenza di due tipi diversi di motori monofasi, caratteristici per le due maggiori Ditte, le quali hanno dato sviluppo a cotesto sistema in contrapposizione al sistema trifase.

La A. E. G. Thomson Houston equipaggia i suoi locomotori col motore monofase Winter-Eichberg, il quale ebbe applicazioni prima ancora del motore monofase ordinario in serie, ma ha avuto speciale sviluppo in questi ultimi anni per quanto riguarda le grandi potenze.

Il motore Winter-Eichberg è del tipo a repulsione in quanto è dell'avviamento, mentre è del tipo in serie durante il funzionamento, utilizzando così i vantaggi caratteristici dei due tipi di motori.

Mentre al motore a repulsione corrisponde il migliore funzionamento con una velocità poco superiore a quella del sincronismo, il motore in serie realizza un fattore di potenza tanto migliore quanto superiore è il suo numero di giri. Il motore si comporta all'avviamento come il motore a repulsione e come tale funziona finchè ha raggiunto i giri di sincronismo; si consegue in tal modo una forte coppia d'avviamento ed una commutazione favorevole. Il circuito viene quindi cambiato in modo che il motore sia collegato come un motore in serie e lo si porta ad un funzionamento corrispondente ad un numero di giri circa quattro volte quelli del sincronismo. Questo passaggio dal tipo a repulsione al tipo in serie si ottiene manovrando uno speciale commutatore. Mediante un divisore di tensione si può regolare opportunamente, in corrispondenza del numero dei



giri, la tensione dell'avvolgimento compensatore e del motore in modo da ottenere un campo trasversale press'a poco nullo, riducendo così al minimo lo scintillamento alle spazzole. Tale tensione di alimentazione nelle locomotive esposte, simili a quelle della linea Dessau-Bitterfeld oscilla fra 90 e 500 volt.

In altre automotrici i motori invece hanno le spazzole chiuse in corto circuito come un vero motore a repulsione, e la tensione di alimentazione, oscilla fra 90 e 500 volt.

Le vetture ed i locomotori esposti dalla A. E. G. nella galleria dei trasporti sono i seguenti:

Locomotiva elettrica, tipo per i treni diretti delle Ferrovie dello Stato Prussiano, dotata di un motore di 100 HP, capace della velocità massima di 130 Km. all'ora, ed alimentata da corrente monofase a 10.000 Volt e 15 periodi.

Automotrice doppia per le Ferrovie dello Stato Prussiano, dotata di due motori della potenza di 200 HP per corrente monofase a 6000 Volt e 25 periodi.

La Società Siemens Schuckert costruisce i motori monofasi del tipo in serie con poli ausiliari, ben noti nei loro dettagli costruttivi.

Caratteristico particolare però nei motori Siemens è quello che per mezzo di un trasformatore speciale viene prodotta in una parte dell'avvolgimento di compensazione una tensione variabile che dà luogo ad un campo ausiliario, il quale permette una variazione fra il 20 per cento della velocità normale e la velocità massima senza formazione di scintille. Nel motore in serie con resistenze fra i conduttori dell'indotto e le sbarre del collettore non si possono sopprimere completamente le scintille, invece il motore a repulsione compensato in vicinanza del sincronismo lavora completamente senza scintille, ma ha tendenza alla produzione di queste alla velocità superiore.

Il motore esposto ha la potenza di 1200 HP., e ad esso corrispondono le seguenti coppie motrici:

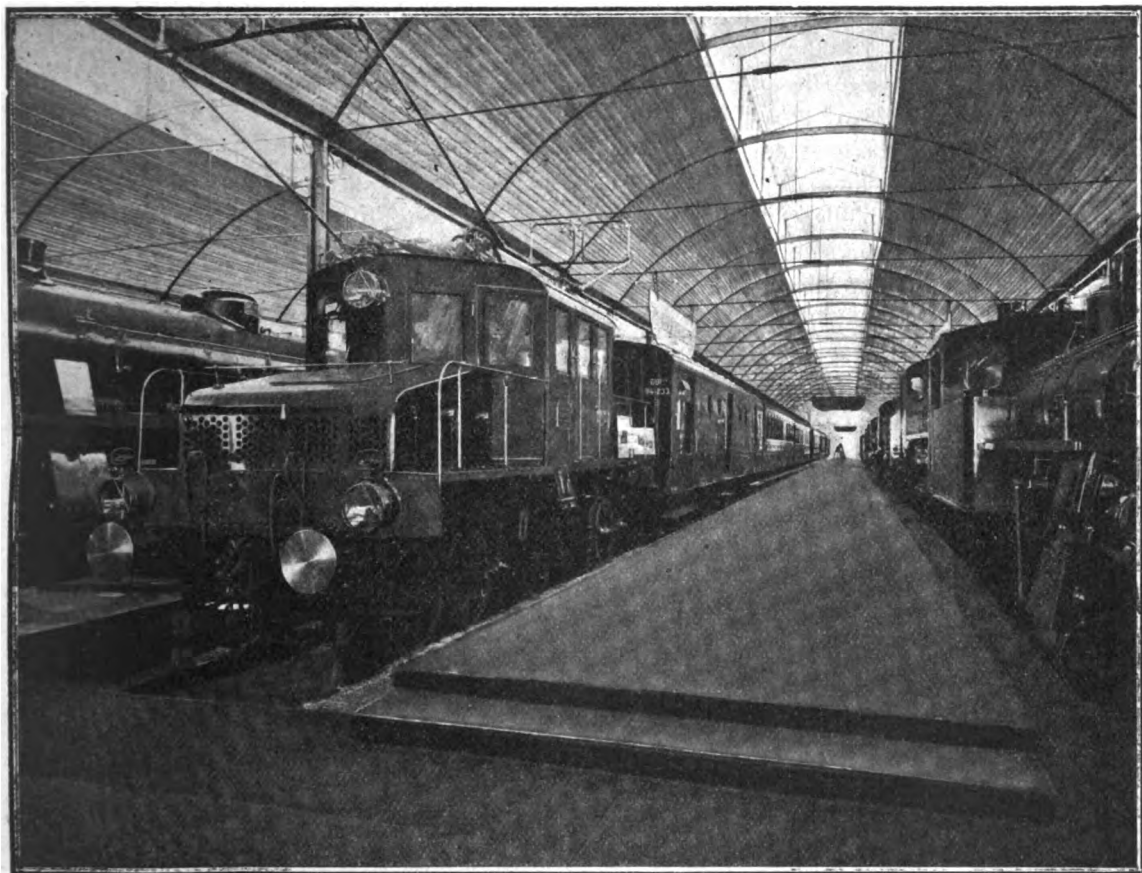
Coppia motrice permanente 1600 Kgm.

Coppia motrice oraria 2850 Kgm.

Coppia motrice massima 5500 Kgm.

Lo statore è di costruzione analoga a quello dei motori trifasi con scanalature distribuite alla periferia, in cui sono introdotti gli avvolgimenti in modo da formare 16 poli principali ed altrettanti ausiliari.

Sul rotore di costruzione ordinaria sono state eliminate, in virtù del dispositivo di compensazione sopra indicato, le resistenze collocate ordinariamente tra l'avvolgimento ed i segmenti del collettore. Cotesto rappresenta un segnalato perfezionamento nella costruzione dei motori in serie, in quanto che ne aumenta il rendimento e ne diminuisce la complicazione costruttiva.



La mostra delle Ferrovie dello Stato Italiano.

A questo motore vengono rivendicati i vantaggi relativi al motore in serie di avere il numero dei poli indipendente dalla frequenza, e quindi di poter essere costruito con un maggior numero di poli che il motore a repulsione compensato; è però da obiettare che la complicazione costruttiva è maggiore di fronte a questo, e che mentre il fattore di potenza può salire nel motore a repul-

sione fino ad 1 per velocità prossima al sincronismo, nel motore in serie non raggiunge mai questo valore.

La Siemens dà esempio di applicazione di cotesto motore nella locomotiva monofase per le Ferrovie di Stato del Granducato di Baden, che riesce specialmen-: interessante per un diretto confronto colla locomotiva trifase delle Ferrovie dello Stato Italiano.

La locomotiva esposta di cui la parte meccanica fu eseguita dalla Ditta Maffei di Monaco, è atta a funzionare per corrente monofase a 10.000 volt, e 15 periodi: la potenza normale dei motori per un'ora è di 525 HP ciascuno, sulla locomotiva sono installati due di questi motori, il massimo sforzo di trazione al gancio è di 11.000 Kg. la massima velocità di 90 Km. all'ora.

Gli assi motori sono tre, che vengono mossi da due motori col mezzo di bielle e di due alberi folli. Come richiesto pel sistema monofase, la vettura porta un trasformatore riduttore principale ed alcuni trasformatori riduttori secondari per i servizi diversi della locomotiva.

La presa della corrente è fatta sul tetto della cabina mediante due trolley a parallelogramma portati da un sostegno isolato, e mossi mediante congegno ad aria compressa.

La locomotiva monofase del sistema Siemens può alimentarsi fino alla tensione di 20.000 Volt.

Il sistema trifase. — Le Ferrovie dello Stato Italiano hanno illustrato i nuovi impianti di elettrificazione dei Giovi e del Cenisio, esponendo il locomotore ivi adottato, e gli altri dettagli relativi all'armamento della linea di contatto.

Il sistema trifase ha fatto le sue prime prove in Italia, ed ivi si è esteso per la trazione ferroviaria ad esclusione di ogni altro sistema. Altri paesi invece nuovi all'elettrificazione hanno di recente stabilito di escludere il sistema trifase col dare la preferenza al sistema monofase.

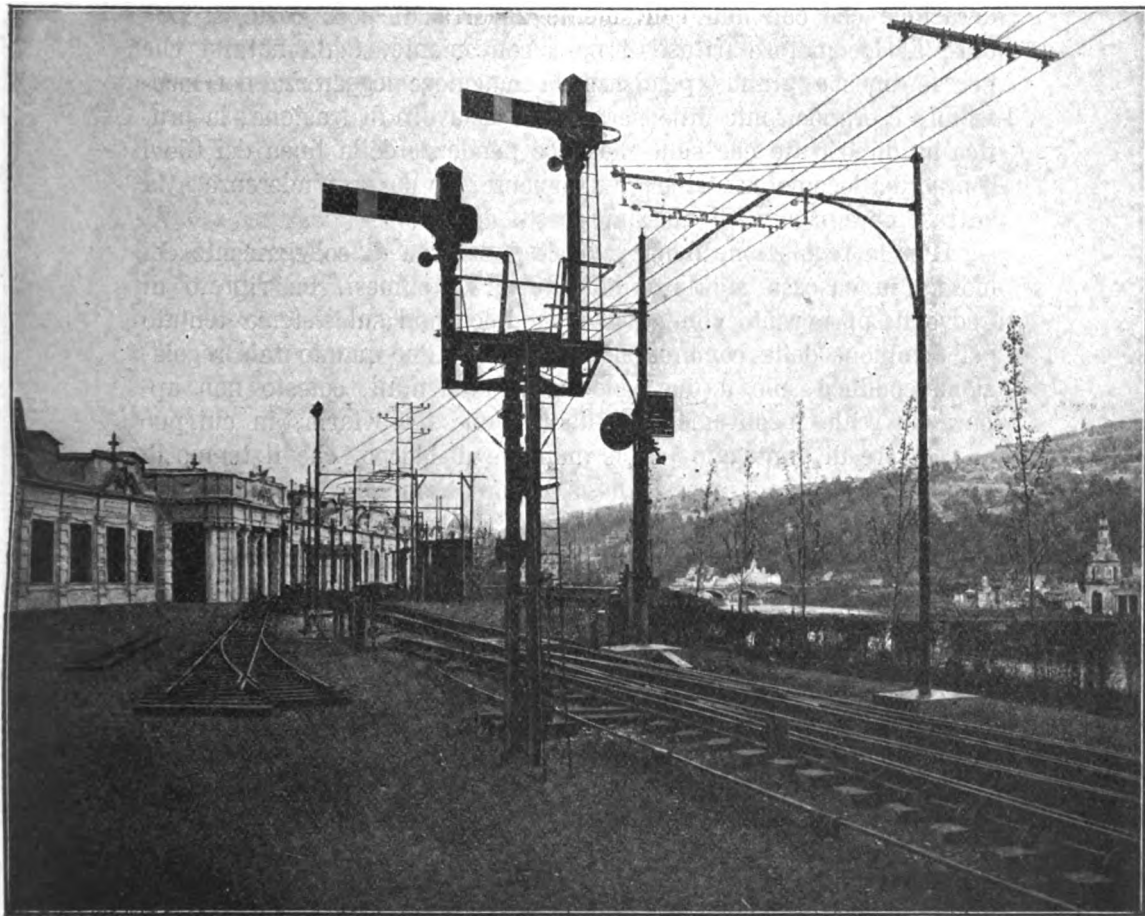
La via seguita dalle Ferrovie dello Stato Italiano nell'elettrificare le nuove linee è basata sopra una lunga esperienza al riguardo, e che conferma come ogni problema di trazione elettrica non possa essere risolto in linea generale; ma solo con uno stretto riguardo alle condizioni delle linee da elettrificare.

Sono ben note le caratteristiche costruttive dei locomotori trifasi Westinghouse, adottati nelle nuove linee italiane

Detti locomotori sono a 5 assi tutti accoppiati, e sono provvisti di due motori asincroni trifasi, direttamente a 3000 volt a 8



poli, capaci di imprimere la velocità di regime di Km. 45 e 22,5 all'ora, con la frequenza di 15 periodi, secondo che i motori si inseriscono in parallelo od in cascata. Normalmente i motori vengono inseriti in cascata nella prima fase dell'avviamento, ed in parallelo fra loro pel funzionamento normale.



L'armamento trifase (Ferrovie dello Stato Italiano).

I motori hanno ciascuno la potenza di 1000 HP con una potenzialità massima complessiva di 3000 HP., e comandano gli assi motori a mezzo di meccanismo a biella ed a manovella.

Il peso di questo locomotore è di 60 tonnellate, mentre al locomotore monofase Siemens sopra accennato, di potenza circa la metà, corrisponde un peso di 66 tonnellate; la lunghezza fra i re-

pulsori è nella locomotiva trifase di metri 9,5, mentre nella locomotiva monofase è di m. 13,16; competono quindi alla locomotiva trifase dimensioni e pesi specifici notevolmente minori.

Cotesto eccesso di peso competente al locomotore monofase viene dai suoi fautori riconosciuto più che un difetto, un vantaggio, perchè ne aumenta il peso aderente, ma a parte la considerazione che con una conveniente zavorra di poco costo si può dare al locomotore trifase il peso conveniente, è da notarsi che per le linee a grande pendenza la maggiore leggerezza del locomotore è grandemente utile per ridurre il lavoro di trazione; la pratica ha dimostrato che sulle massime pendenze della linea dei Giovi il peso del locomotore trifase è sufficiente per dare un'aderenza atta a trascinare i treni di massimo peso.

Per la regolazione della velocità il sistema di collegamento dei motori in cascata adottato dalle linee Valtellinesi, ha ripreso di nuovo il sopravvento con notevoli modificazioni sul sistema tentato pel Sempione della commutazione dei poli. Per quanto talè regolazione conduca solo a due velocità fondamentali, cotesto non appare un reale inconveniente nella trazione ferroviaria, in cui può anzi essere di vantaggio per le manovre di blocco, che il tempo di percorrenza di ogni zona sia fisso e ben determinato.

Armamento delle linee. — La questione dell'armamento della linea è stato il punto fondamentale per dare all'Estero la preferenza sistema monofase, ed infatti, pare che il sistema trifase coi due fili di contatto conduca ad una certa complicazione specialmente nelle stazioni ove sono frequenti gli scambi, e per quanto la ingenuità degli ingegneri ferroviari italiani abbia risolto in modo brillante i vari problemi relativi, è certo che la tensione con cui si possono alimentare le linee trifasi, non può raggiungere i limiti a cui può giungere l'armamento monofase.

Mentre le linee italiane funzionano alla tensione di 3000 volt, che per le grandi potenze richieste in cotesto servizio obbligano a distribuire lungo la linea stazioni di alimentazione e di trasformazione, il sistema monofase può con una tensione primaria elevata fino a 20.000 Volt alimentare direttamente i locomotori per una linea di grande lunghezza.

Cotesto però non può costituire in ultima analisi uno svantaggio per il sistema trifase, in quanto che la locomotiva monofase è da considerarsi di per sè stessa una stazione di trasformazione viaggiante, la quale sia in costo che in esercizio ha degli svan-

taggi notevoli rispetto alle poche stazioni di trasformazione fisse e di grande potenza, che vengono impiegate per alimentare il trifase.

Alla presente Esposizione abbiamo esempio dei tipi caratteristici di armamento di linea del sistema trifase e del sistema monofase, che si distinguono per essere l'una a sospensione trasversale, e l'altra a sospensione longitudinale.

La sospensione multipla a catenaria, adottata per le linee a corrente continua e monofase ad alta tensione, dà un grado notevole di sicurezza all'armamento dei fili di contatto ed un migliore funzionamento della presa di corrente.

Cotesto sistema di sospensione è però di costo alquanto elevato, per modo che è dubbio se sia più economica la linea monofase a sospensione longitudinale che non la linea trifase a sospensione trasversale, che è adottata fra noi ed ha dato buoni risultati, e che si raccomanda per la sua semplicità e leggerezza, non disgiunta da robustezza.

...

Riteniamo pertanto che per la questione maggiormente interessante in questo momento nel campo dell'Elettrotecnica, la nostra Esposizione abbia dato esempio dei più importanti e moderni sistemi, ponendoli a diretto confronto, ed è da augurarsi che dai risultati di cotesta Mostra e dalle discussioni che contemporaneamente si sono svolte in modo molto ampio al Congresso Internazionale delle Applicazioni Elettriche, ne venga quell'accordo che non debba già standardizzare il sistema di trazione elettrica delle Ferrovie, ma fissi in base a criteri precisi ed incontestati quali sono le condizioni normali che debbono far preferire l'uno all'altro sistema, senza preconcetti nazionali e commerciali, dannosi grandemente alla buona riuscita degli impianti di elettrificazione.

GLI IMPIANTI ELETTRICI.

La tecnica degli impianti elettrici è la reale caratteristica italiana in cui i nostri tecnici e costruttori hanno dato esempio mirabile ed imitato di grandiosi impianti, specialmente idroelettrici.

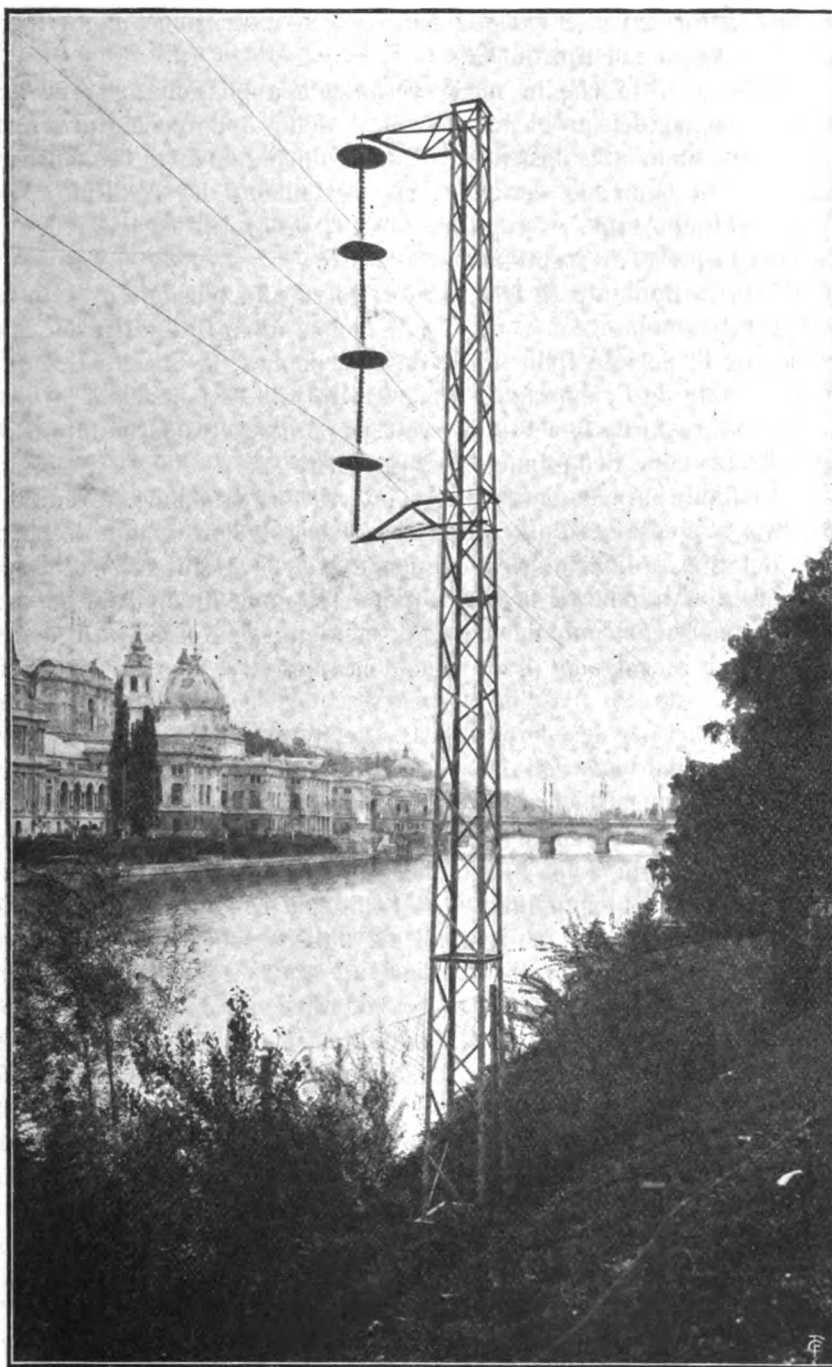
Degli impianti elettrici ha dato nei rispetti italiani una sufficiente e degna rappresentazione la Associazione Esercenti Imprese Elettriche.

In merito ai materiali ed apparecchi per i quadri e le linee elettriche, abbiamo una numerosa serie di costruttori nazionali ed esteri i quali espongono tipi diversi di interruttori e di congegni di manovra automatici e con comando a distanza.

Nella centrale elettrica da cui si richiedono sempre maggiori quantità di energia ha assunto la massima importanza il quadro di distribuzione organo accentratore, misuratore e regolatore della corrente elettrica. Migliaia di Kilowatt, alti potenziali, funzionamento di più generatori in parallelo, loro collegamento a complessi di trasformazione debbono essere regolati in un sol punto dalla volontà dell'elettricista, cui è affidato il funzionamento dell'impianto dal quale dipendono le industrie e la illuminazione di una intera regione.

La evoluzione del quadro verso il perfezionamento è stata continua e riconosciamo in modo particolare alla presente Esposizione che la tecnica degli interruttori è progredita sia per tipi ad alta tensione come per grandi potenze, che tutti gli accessori del quadro sono stati elaborati per un migliore funzionamento ed una maggiore semplicità, e dagli stessi quadri esposti riconosciamo che sono state studiate e migliorate le disposizioni dei circuiti relativi col separare la alta dalla bassa tensione ed affidando a questa di trasmettere a quella a distanza le manovre.

Tra i costruttori nazionali sono da segnalarsi le Dite: Laboratorio Elettrotecnico Ing. Magrini, le Officine Bergamasche Fantini, il Tecnomasio Italiano, che espone un complesso trifase di interruttori a 70.000 volt; la Westinghouse che si segna per un interruttore avente una potenzialità di apertura e di interruzione di arco di 35.000 kw., la Società Nazionale delle Officine di Savignano, per il quadro della centrale elettrica. Tra le ditte estere, si distingue specialmente la Ditta Volovelli Priestley con una ricca serie



L'impianto a 110.000 volt.

di interruttori ad alta e bassa tensione, di costruzione molto ingegnosa e per alcuni tipi nuova.

Cotesta Ditta che in modo veramente appassionato si rivolge alla soluzione dei problemi più nuovi della apparecchiatura elettrica ha portato alla nostra Esposizione un impianto a 110.000 volt completo in ogni suo dettaglio, che certamente ha costituito una delle più importanti e segnalate novità, per i tipi speciali di apparecchiatura e di installazione adottati.

Cotesto impianto di trasporto di forza alla tensione di 110.000 volt venne eseguito con concorso di alcune altre Ditte, tra cui specialmente la Société Industrielle des Telephones, la Società Gramme e la Verrerie de Folembay. La energia fornita al potenziale di 6300 volt viene trasformata a 110.000 volt mediante un trasformatore della Società Gramme della potenza di 100 Kw.

Mediante un complesso di tre interruttori unipolari, di cui due del tipo a pressione d'olio, rimarchevoli per la loro compattezza ed uno del tipo ordinario, viene alimentato il cavo sotterraneo che fa capo alla riva del Po presso il ponte Monumentale. Tale cavo si inizia con tre cavi unipolari, i quali mediante una cassetta di distribuzione si raccolgono in un unico cavo trifase, che in corrispondenza dell'attacco alla linea aerea si ripartisce nuovamente in tre cavi unipolari per accedere alle cassette terminali. In corrispondenza dell'attacco del cavo colla linea aerea sono installati gli scaricatori, costituiti da una serie di corna collegati a catena, con interposto un isolatore di tipo analogo a quelli costituenti la linea.

L'armamento della linea, che rappresenta la novità più caratteristica di cotesto impianto, è costituito da conduttori in alluminio sostenuti nello stesso piano verticale dalle catene di isolatori speciali della Ditta Vedovelli, foggiate ad ansa, collegati in numero sufficiente per la tensione di esercizio. Ciascuna catena di isolatori è protetta da un ampio ombrello metallico, per modo che anche sotto la pioggia il sistema di cotesti isolatori resiste la tensione di 300 mila volt. Caratteristica del sistema Vedovelli è una grande solidità meccanica del complesso isolante, tale che la rottura degli isolatori non compromette la sospensione, ed i fili staccandosi dagli isolatori non possono cadere.

Tale linea segue il Po dal ponte Monumentale fino presso all'ingresso di ponte Re Umberto per la lunghezza di mt. 700 circa ed è sostenuta da pali e da mensole, in modo che la proiezione dei fili sia sull'acqua, come venne prudentemente prescritto dalla Commissione Esecutiva dell'Esposizione.

Come circuito utilizzatore vengono derivate a circa metà lunghezza della linea aerea, tre serie di 1000 lampade ad incandescenza, una per fase, tese fra le sponde opposte del Po.

La Ditta Vedovelli ha studiato per cotesta applicazione una base speciale per le lampade, atta a mettere automaticamente in corto circuito le lampade che venissero a bruciare. Tale corto circuito è stabilito tra i due estremi del filamento mediante una rosetta metallica mantenuta ordinariamente isolata da cotesti estremi mediante un foglio di carta, che si carbonizza quando per effetto della apertura brusca del circuito si produce una sopraelevazione di tensione.

La linea a 110.000 volt alimenta ancora al suo estremo una stazione di trasformazione riduttrice di tensione, dove è particolarmente da notare un interruttore in olio per 150.000 volt, in cui mediante una grande massa di olio e degli ingegnosi artifici atti a produrre una pressione sopra i contatti all'atto della loro apertura si estingue in modo efficace l'arco.

Questo impianto è particolarmente da segnalarsi con encomio alle Ditte costruttrici, in quanto che pone in rilievo le condizioni di funzionamento degli impianti ad altissima tensione, e richiama la attenzione sulla costruzione speciale degli interruttori e dei sistemi di isolatori a sospensione.

Il sistema di isolatori a sospensione proposto dai tecnici americani è ormai adottato per le linee a 100.000 volt, ed alcune Case costruttrici di isolatori danno a cotesta Esposizione esempio di tipi diversi di isolatori multipli in vetro ed in porcellana. Però non in tutti questi tipi è stata egualmente studiata bene la questione della sicurezza meccanica, la quale deve essere tale che per rottura degli isolatori i fili non possano cadere.

Alla presente Esposizione abbiamo poi, in merito agli isolatori, documentata la attuale tendenza di adottare nuovamente gli isolatori di vetro già usati nei primordi della Elettrotecnica. Sono costruttrici al riguardo le ditte Charbonneaux e Verrerie de Fo-lemb-ray che nella sezione francese danno esempio di molteplici tipi.

Perfezionata la costruzione di cotesti isolatori, usando un vetro più silicioso che non per il passato, per quanto più difficile di lavorazione, si è eliminato l'inconveniente principale, che consisteva nella loro facile attaccabilità dagli agenti esterni e si diede loro una grande solidità contro gli sforzi meccanici.

Mediante il processo di ricottura sarebbe pure stato ridotta grandemente la facilità di rotture per bruschi cambiamenti di tem-

peratura, per modo che oggi vediamo adottarsi per le più alte tensioni gli isolatori in vetro, sulla cui speciale convenienza di fronte agli isolatori in porcellana deve pronunziarsi la pratica.

È però vantaggio incontestabile degli isolatori di vetro di avere un minor costo e di potersi adattare a forme molto complesse, procedendo la lavorazione per fusione.

I CAVI ELETTRICI.

La tecnica della costruzione dei cavi elettrici per energia ad alta tensione, è venuta perfezionandosi in modo notevole in cotesti ultimi anni, per corrispondere alla tendenza degli impianti elettrici di aumentare la tensione di esercizio e per estendere i propri limiti di applicazione.

Lo studio più intimo dei materiali isolanti, condotto sperimentalmente presso i produttori delle materie prime e presso i costruttori di cavi, ed il perfezionamento dei loro processi di fabbricazione, condussero ad elevare la rigidità dielettrica dei materiali isolanti noti e ad adottare nuovi materiali.

Colla scorta di copiosi risultati sperimentali venne meglio conosciuto il comportamento di cotesti materiali isolanti, modificando i criteri che regolavano prima la fabbricazione.

I due materiali isolanti tipici: la gomma e la carta impregnata, sono stati portati a rigidità dielettriche alquanto superiori a quelle già loro caratteristiche. Si è però perfezionata in modo speciale la fabbricazione dei cavi in carta impregnata.

Mentre venivano indicate come rigidità dielettriche medie e massime della carta impregnata rispettivamente 16000 e 20000 volt, possiamo ritenere che oggi tali rigidità dielettriche si possono ottenere dell'ordine di 25000 e 30000 volt.

Il tipo di cavo ad isolamento in carta impregnata ha preso per i cavi a bassa ed a media tensione il sopravvento sul cavo ad isolamento in gomma. Cotesto ultimo isolante è stato superato non solo per quanto riguarda la sua rigidità dielettrica, ma pure per quanto riguarda la sicurezza del cavo, potendosi raggiungere una maggiore omogeneità mediante la carta impregnata, la cui formazione è più regolabile dalla tecnica. I rapporti economici sono poi favorevoli al cavo in carta impregnata.

La tecnica della fabbricazione dei cavi ha altresì progredito nella potenza dei mezzi di fabbricazione, raggiungendo limiti maggiori nelle dimensioni dei cavi come producendo tipi nuovi, a diversa disposizione dei conduttori, con armature specialmente foggiate atte a realizzare scopi vari e per adattarsi alle varie applicazioni di così importante organo degli impianti elettrici. Sono state fatte applicazioni di metalli diversi sia per il conduttore come per gli involucri esterni.

Il più segnalato perfezionamento della costruzione dei cavi è però da considerarsi quello del più intimo studio del loro calcolo e progetto, che ci permette di affermare che oramai cotesta tecnica è uscita dallo stato di empirismo in cui si svolse lungamente. Per quanto molto sia ancora da fare e parecchi fenomeni siano ancora oscuri, pure lo studio e lo esperimento condotto da scienziati e da tecnici nel campo teorico ed in quello pratico, hanno portato un notevole contributo allo studio del comportamento dei materiali isolanti nei cavi, per cui si può ritenere che con una razionale applicazione dei risultati teorici, oggidi il cavo ad alta tensione si può calcolare come una macchina elettrica, non solo nei suoi elementi costruttivi, ma pure nelle sue caratteristiche di funzionamento.

Nelle officine i laboratori di prova si sono dotati degli apparecchi idonei alle prove ad alta tensione, che hanno servito a riconoscere come la costruzione dei cavi ad alta tensione possa oggidi raggiungere dei limiti veramente estesi, avvicinandosi ai massimi potenziali usati nelle trasmissioni della energia elettrica.

Accanto al perfezionamento nella fabbricazione dei cavi, si è contemporaneamente perfezionata la tecnica dei relativi accessori, essenziali per il buon funzionamento delle canalizzazioni sotterranee e per quanto alcuni problemi, tra cui importantissimo quello della protezione dei cavi contro le sopraelevazioni di tensione sieno tuttora in discussione, pure si deve riconoscere che nei sistemi di posa dei cavi e nella formazione delle muffole di giunzione e di estremità sistemi razionali sono venuti adottandosi, contribuendo ad aumentare la fiducia dei tecnici nell'impiego delle linee elettriche in cavi.

Come naturale conseguenza di cotesto sviluppo nella tecnica della fabbricazione dei cavi si è esteso il loro impiego, generalizzandosi per le reti sotterranee nell'interno delle città ed applicandosi talora per linee di alimentazione ad alta tensione.

Tra gli esempi che possono fissare gli estremi limiti di tensione a cui sono oggi applicati i cavi, possiamo citare per i cavi

trifasi quello relativo al cavo installato nella Galleria dei Giovi funzionante alla tensione di 23000 Volt e per i cavi unipolari il cavo di alimentazione della ferrovia elettrica Bitterfeld Dessau funzionante alla tensione di 60000 volt.

È da ritenersi pertanto possibile entro certi determinati limiti di estendere l'impiego dei cavi per le lunghe linee di trasmissione di energia.

Tra le Case costruttrici intervenute alla Esposizione, sono da segnalarsi tra le Nazionali, la Società Anon. Ing. V. Tedeschi e C., e la ditta Pirelli, che hanno, non solo conquistato il mercato nazionale, ma hanno una larga esportazione anche in quei paesi a cui siamo debitori di altro materiale elettrico; tra le Estere, la Delore Goffroy, la Siemens, la Société de Canalisation Electrique, la Société Industrielle Generale des Telephones, la Società Gaiffe.

APPARECCHI E DISPOSITIVI PER LA PROTEZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI.

Coll'estendersi degli impianti elettrici e delle relative distribuzioni ad alta ed a bassa tensione, la classe degli apparecchi di protezione ha acquistato una speciale importanza, ed ha eccitato in modo particolare l'interesse e l'ingegnosità dei tecnici per le difficoltà inerenti ai vari obbiettivi da raggiungere, ed alla complessità dei fenomeni perturbatori.

Possiamo stabilire due grandi gruppi di apparecchi di protezione:

Gli apparecchi destinati a difendere il macchinario dalle anomalie dei circuiti esterni, quali sopratensioni e corti circuiti, e gli apparecchi destinati alla protezione contro gli infortuni verso le persone.

In merito alla prima classe, mentre per le troppo grandi intensità di corrente si provvede in modo sicuro e pronto coi vari tipi di valvole e di interruttori automatici di cui non abbiamo nella presente Esposizione a segnalare alcuna novità, per le sovratensioni indotte sulle linee esterne dai vari ordini di fenomeni aventi azione perturbatrice non si può allo stato odierno affermare di possedere alcun apparecchio efficace in modo assoluto, nè si deve ritenere che le nostre cognizioni al riguardo del formarsi e del propagarsi delle sovratensioni

di carattere oscillatorio a frequenze diverse, siano allo stato attuale sufficientemente estese da dare luogo a proposte di apparecchi assolutamente idonei.

Tuttavia ci compiacciamo di rilevare dal complesso della mostra di Torino che è intenso lo studio teorico e pratico al riguardo, e che mentre per parte di alcuni costruttori si perfezionano i sistemi noti, rendendoli più sensibili e sicuri (tra questi è da notare l'ing. Gola per le sue resistenze Multiplex) per parte di tecnici di valore vengono proposti nuovi sistemi e disposizioni che, basati su di una più intima considerazione della natura delle sovratensioni e delle loro caratteristiche, danno affidamento di un più razionale e sicuro funzionamento.

Nella seconda classe di apparecchi è innegabile un notevole progresso promosso dalle associazioni di tutela contro gli infortuni e dai Governi, mediante concorsi a premio ed una folla di apparecchi e di disposizioni aventi obbiettivi diversi sono proposti.

1) *Scaricatori delle sovratensioni.* — Nello stand della C. G. S. sono esposti alcuni dei dispositivi proposti dall'Ing. Campos, dedotti da uno studio organico ed intimo della natura delle sovratensioni e sulla influenza delle caratteristiche di linea sulla loro propagazione, quale non era stato fatto da alcun altro autore ed ha condotto a risultanze del tutto razionali che non lasciano dubbio sulla efficacia di tali dispositivi.

Occupandosi specialmente delle tensioni ad alta frequenza che costituiscono il principale nemico degli impianti elettrici, il Campos si propose il problema di studiare il mezzo con cui attenuarle nel loro cammino, riducendole a valori inoffensivi ed in pari tempo ostacolando così la formazione di onde stazionarie, dovute esse pure a componenti ad alta frequenza in oscillazioni fondamentali meno rapide.

Con riferimento alla influenza sulla attenuazione di tali correnti per effetto delle caratteristiche della linea: resistenza, capacità, induttanza, e conduttanza, e mediante una trattazione magistralmente esposta in varie comunicazioni, contenute negli Atti della A. E. I., l'Autore propose i diversi dispositivi di protezione ivi descritti (1).

La pratica applicazione del sistema non è ancora stata fatta,

(1) *Atti A. E. I.*, Fasc. VII 1911.

ma sono state eseguite dal Reichsanstalt di Berlino misure sui singoli dispositivi che hanno confermate le deduzioni teoriche.

Per quanto in questo ramo di apparecchi la massima riserva sia consigliabile in quanto che la bizzarria dei fenomeni naturali può modificare ogni più precisa deduzione teorica, abbiamo fiducia che il sistema Campos darà dei buoni risultati, quando colla scuola della esperienza venga opportunamente studiato nei suoi dettagli: risultati tanto più apprezzabili in quanto che cotesto sistema smorzando la energia delle sovratensioni lungo le linee, senza fenomeni di archi e messa a terra delle linee sarà grandemente preferibile agli attuali mezzi che hanno cotesti inconvenienti.

Sistema Semenza. — Un sistema di protezione degli impianti elettrici contro le sovratensioni di carattere pure assolutamente diverso dagli ordinari è quello studiato dall'Ing. Guido Semenza della Società Edison, proposto fin dal 1908 ed applicato alla presente Esposizione per la protezione della cabina modello costrutta dalla Società fra gli Industriali di Italia, per la prevenzione degli infortuni.

È noto che il sistema, atto ad impedire che le onde perturbatrici si propaghino sino ai punti che si vogliono proteggere è basato sull'impiego della gabbia di Faraday o di Hertz che protegge i punti collocati nel suo interno non solo dalle cariche elettriche statiche ma pure dalle correnti rapidamente variabili.

Coteste correnti sono selezionate dalla corrente normale di linea mediante circuiti derivati comprendenti capacità e reattanze.

• Il sistema Semenza è stato descritto dall'autore negli atti dell'A. E. I. (1).

Al sistema Semenza spetta già una certa sanzione pratica, in quanto che applicato in alcune sottostazioni della Società Edison a 12000 e 15000 volt diede buoni risultati, nel senso che nulla di anormale è avvenuto nelle cabine di cui si tratta.

Scaricatore elettrolitico. — Con speciale interessamento abbiamo esaminato alla presente Esposizione lo scaricatore elettrolitico a celle di alluminio, esposto dalla Società Anonima Westinghouse, già applicato in importanti impianti, soprattutto americani, molto discusso nelle sue proprietà, e che per la scarsa applicazione avuta fra noi è meno noto.

Questo scaricatore è basato sulla proprietà della pellicola di

(1) Atti A. E. I., Fasc. V, 1903.

ossido di alluminio di avere una tensione critica di perforazione ben determinata che permette di formare delle vere valvole di tensione, di funzionamento esatto e sicuro. L'apparecchio è costituito da una serie di imbuto di alluminio montati su di un asse isolante, ed immersi in un elettrolito conveniente, che produce su di loro una pellicola sottilissima di ossido di alluminio; il primo imbuto della serie è connesso alla linea ad alta tensione mentre l'ultimo fa capo alla terra. Si stabilisce così attraverso la serie delle celle così costituite, una differenza di potenziale che per le condizioni ordinarie non dà luogo al passaggio di corrente di entità ed agisce tutt'al più come una capacità atta a filtrare le correnti ad alta frequenza. Quando però si ha una soprelevazione di tensione, la pellicola di ossido di alluminio viene perforata in miriadi di punti sottilissimi permettendo il passaggio della corrente da un imbuto all'altro per l'elettrolito. Quando la tensione riprende il suo valore normale lo strato finissimo di ossido si riforma immediatamente e ricostituisce le condizioni primitive atte a sostenere la tensione di esercizio.

L'apparecchio realizza le condizioni ideali per uno scaricatore in quanto che protegge l'impianto contro ogni ordine di sovratensioni e dà alla terra una corrente di corto circuito limitata, con frazionamento dell'arco. La cosa ha speciale importanza per la protezione di reti di cavi, in cui è bene di evitare ogni formazione di arco violento, per i fenomeni di sopraelevazione di origine interna cui può dare luogo all'atto della scarica.

In serie con detto apparecchio è ancora uso di installare un parafulmine a corna che serve ad interrompere completamente la comunicazione colla terra dopo la scarica. L'apparecchio è ordinariamente immerso in olio contenuto in recipienti cilindrici ed in quantità tale da raffreddare convenientemente gli imbuto all'atto delle scariche. Tale scaricatore può anche essere installato all'aperto.

La esperienza ha sanzionato la praticità di cotesto apparecchio protettore specialmente per gli impianti ad altissima tensione, ed è da notare che il suo uso si è generalizzato in tutti gli impianti americani a tensione superiore a 50.000 Volt.

2) *Apparecchi di protezione contro gli infortuni.* — La benemerita Associazione fra gli Industriali di Italia, per prevenire gli infortuni sul lavoro, la quale nel suo vasto ed attivo programma ha pure gli obbiettivi di indire concorsi a premi per favorire la soluzione di problemi interessanti il lavoro, e di riunire nelle Esposizioni quelle nuove macchine, apparecchi e disposizioni che rappre-

sentano buone e pratiche soluzioni dei problemi di prevenzione, ha dedicato parte del suo grandioso stand alla Esposizione di apparecchi e disposizioni consigliate ed approvate per la protezione degli impianti e la prevenzione degli infortuni.

L'ing. V. Arcioni vi presenta il suo noto Apparecchio di protezione contro i pericoli delle sopra tensioni nelle reti secondarie, che vinse il concorso indetto dalla Associazione per un apparecchio idoneo ad eliminare il pericolo proveniente da un contatto tra i circuiti ad alta e bassa tensione di un trasformatore.

Presenta pure un apparecchio per la manovra a distanza degli interruttori nel caso di infortuni ed uno per la messa a terra delle linee secondarie.

Cabine di trasformazione su palo con dispositivi vari di sicurezza vengono esposti dalle Ditte A. E. G. Thomson Houston - Brown Boveri - Ing. Enrico Ruberl — ed apparecchi speciali di manovra dalla Ditta Sprecher e Schuhe.

Della numerosa serie di apparecchi che vengono oggi proposti per proteggere le reti a bassa tensione dal contatto con condutture ad alta tensione ed in generale da ogni sopratensione che può essere causa di infortuni è pure da ricordarsi l'apparecchio di sicurezza Comolli, costruito dalla ditta Giuseppe Colombo di Busto Arsizio.

La Società Apicea di Parigi presenta un congegno per la messa a terra dei conduttori di linee aeree all'atto della loro rottura.

LA ILLUMINAZIONE ELETTRICA.

Specialmente notevole è stato in questi ultimi anni il progresso nella illuminazione elettrica e si può affermare facendo data dalla presente Esposizione che sistemi nuovi si sono succeduti definitivamente dopo il periodo sperimentale che ha preceduto in ogni tipo di lampada, e che i rapporti economici di produzione della illuminazione elettrica sono alquanto mutati, per quanto si sia ancora molto lontani dal trasformare in modo completo la energia elettrica in energia di irradiazioni luminose.

Nelle tre grandi classi di lampade elettriche: ad incandescenza propriamente detta, ad arco, a vapori incandescenti, la evoluzione

è stata notevole e la presente Esposizione ci permette per ogni tipo di lampada di segnalare i più recenti perfezionamenti.

La lampada ad incandescenza. — La lampada a filamento metallico ha affermato il suo primato su quella a filamento di carbone ed adattandosi alle più diverse condizioni di intensità luminosa e di potenziale, si è generalizzata, modificando il costo della illuminazione elettrica in confronto di quello delle altre sorgenti a tutto vantaggio dello sviluppo degli impianti elettrici.

Il problema di adattare le nuove lampade alle correnti normalmente usate negli impianti elettrici, senza organi intermedi riduttori di tensione, era talmente importante che in questi ultimi cinque anni è stato intenso il lavoro di perfezionamento e si può ritenere oggi il problema quasi pienamente risolto, in quanto che dalle ultime comunicazioni delle Case costruttrici rappresentate alla Esposizione risulta che la scala delle lampade da 16 a 1000 candele si può fabbricare per le tensioni fino a 200 volt.

La introduzione delle nuove lampade ha condotto ad una maggiore diffusione della illuminazione elettrica, determinando la tendenza ad aumentare la potenza luminosa delle singole lampade con vantaggi igienici e sociali, corrispondenti al maggiore benessere del Paese, che si svolge parallelamente al maggiore sentito bisogno di luce.

Poichè col moderno sistema di illuminazione il maggiore costo è, allo stato attuale, quello della lampada, che non quello della energia consumata, ne venne come conseguenza che scomparvero le lampade di piccola intensità: 5-10 candele, adottate dagli utenti più modesti, i quali ora godono con minore spesa una maggiore quantità di luce. Inoltre la lampada ad incandescenza a filamento metallico si presta bene a costituire dei fari di grande intensità, i quali vittoriosamente si contrappongono alla lampada ad arco, specialmente per le correnti alternate, perchè hanno un consumo specifico press'a poco eguale e richiedono una assai minore spesa di esercizio, mentre la luce è più costante e regolare.

Le principali Ditte espositrici in materia di lampade ad incandescenza a filamento metallico sono:

La Compagnie Française des Lampes Électriques,
Compagnie Générale d'Électricité,
Electricitäts - Gesellschaft Gelnhausen,

Glühlampen Aarau,
Julius Pintsch,
Siemens - Schuckert Werke,
Società Italiana per le Lampade Elettriche Z,
Società per le Lampade Philips,
Wolfram Lampen Aktien Gesellschaft,
Westinghouse Electric and Manufacturing Co.

Lampade ad arco. — Il perfezionamento delle lampade ad arco che abbiamo riconosciuto alla presente Esposizione è rivolto a tre obbiettivi diversi e principali:

Aumentare il rendimento luminoso, semplificare i congegni regolatori rendendoli più sicuri e regolari, dare maggiore durata ai carboni.

Cotesti sono i punti fondamentali a cui sono rivolti gli sforzi dei costruttori per perfezionare i tipi esistenti e creare nuovi sistemi di lampade.

Un certo perfezionamento è stato realizzato nel consumo specifico coll'uso di carboni mineralizzati e colle lampade a fiamma, le quali vanno largamente diffondendosi per la illuminazione stradale, e di cui la presente Esposizione mostra una ben larga applicazione.

Nei meccanismi di regolazione si sono introdotte molte semplificazioni utilizzando il principio della gravità per la discesa dei carboni in funzione del loro consumo. Si sono perfezionati i dispositivi di sicurezza e di commutazione per le resistenze zavorra. Si sono fatti tentativi per aumentare il potenziale di alimentazione delle singole lampade, e tale risultato è stato ottenuto in appieno nel nuovo tipo di lampada a magnetite, descritto in appresso.

Per aumentare la durata dei carboni si sono introdotti leggeri perfezionamenti nei tipi ordinari formando detti carboni con materiali più resistenti ovvero riducendo il loro diametro per modo da avere un completo e regolare consumo di ciascuno di essi, ed applicando un magazzino di carboni i quali automaticamente si sostituiscono ai carboni bruciati.

Tra le Ditte espositrici sono da segnalarsi: la Società Anonima Arco, che oltre i tipi ordinari di lampade ad arco produce un tipo speciale, secondo i brevetti Beck, avente la caratteristica di una grande semplicità negli organi regolatori, e di avanzamento dei carboni, i quali discendono per forza di gravità man mano che procede il loro consumo.

La Società Anonima Ganz di Elettricità che espone tutta la numerosa serie delle proprie lampade ad arco per corrente continua e corrente alternativa, con regolatori a motore o differenziali del tipo ordinario ed a fiamma, tra cui sono specialmente interessanti i tipi *UV*, e *UB*, che bruciano sul vuoto e realizzano una durata dei carboni molto lunga, circa 25 ore, ed il cui potere luminoso è di circa 7 candele per watt assorbito.

Per la illuminazione della stessa Esposizione si ebbero esempi di impianti di lampade moderne installate in serie. La sponda destra del Po fu illuminata mediante 120 archi in serie su 6600 Volt. L'impianto, degno di considerazione, fu eseguito dalla Ditta Hess e Bonamico, di Torino.

Le lampade sono del tipo Conta della Regina E. C. a movimento automatico meccanico dei carboni senza orologeria nè bobine di regolazione; un unico solenoide ha lo scopo di provocare il distacco dell'arco, ma è indipendente dalla regolazione del medesimo. Le stesse lampade possono venire usate tanto per corrente continua, quanto per corrente alternata. Il consumo specifico, usando carboni a fiamma gialla, si può ritenere di 0,2 watt per candela.

La intensità di corrente delle lampade installate alla Esposizione è di 10 ampère, e ad ogni lampada spetta una intensità luminosa di 2600 candele. I carboni di 9-10 mm. e 400 mm. di lunghezza hanno durata di 10 ore circa. Il potenziale di alimentazione è di 500 volt per lampada, l'impianto è stato eseguito con cavi sotterranei ad isolamento in carta.

La sponda sinistra del Po, ed il Parco, vennero illuminati, per opera della Ditta Ing. Valabrega Lichtenberg e Ori di Torino, con 600 lampade ad arco da 10 ampere in serie di 10 su 600 volt, a corrente alternata, con una resistenza ohmica addizionale. Coteste lampade ad arco sono della Bogen Lampen Fabrick, a fiamma intensiva, con carboni inclinati, con anima di metallo, meccanismo di regolazione a motore, con arresto per rompere l'arco quando i carboni sono consumati. Compete a coteste lampade un consumo specifico di Watt 0,2 circa per candela utile.

Lampade ad elettrodi metallici. — La maggior novità per le lampade ad arco e relativi impianti, è costituita dalla installazione delle lampade ad elettrodi metallici in serie su corrente raddrizzata mediante raddrizzatori a mercurio, eseguita per opera della Westinghouse Electric und Manufacturing Co. per la illuminazione del corso Massimo D'Azeglio.

La lampada ad elettrodi metallici, detta pure a magnetite, venne proposta dalla Steinmetz, e fu presentata la prima volta all'Esposizione di St. Louis del 1904. Deve il suo nome alla costituzione degli elettrodi, di cui l'elettrodo negativo, che determina la quantità e qualità della luce, risulta di una composizione di ossido nero di ferro, acido titanico ed ossido di cromo, con tracce di fluoruro di potassio quale fondente per le scorie, e di cui l'elettrodo positivo consiste in una massa metallica molto conduttiva, quale rame. Mentre la magnetite dell'elettrodo positivo fornisce i vapori conduttori, la cui luminiscenza è accresciuta dalla addizione del titano, l'elettrodo positivo permette una buona irradiazione del calore con un rapido raffreddamento che riduce moltissimo il consumo dell'elettrodo ed attenua l'inconveniente delle scorie volatili.

Nelle lampade che abbiamo esaminate e costituenti in numero di 60 la illuminazione del Corso Massimo d'Azeglio, e del Corso Cairoli l'elettrodo positivo è l'inferiore, e l'elettrodo negativo il superiore; l'arco è simile ad una fiamma avente una zona splendente ed una non luminosa; la zona splendente è vicina all'elettrodo negativo e risulta specialmente di ossido volatilizzato di titanio.

La regolazione dell'avanzamento dei carboni è ottenuta col movimento dell'elettrodo negativo, comandato dal movimento dell'armatura di due magneti di avviamento e di regolazione; di cui l'uno è in serie e l'altro in derivazione sul circuito di alimentazione.

La intensità di corrente relativa alle lampade dell'impianto di Torino è di 6,6 amp. e la loro intensità luminosa di 1400 candele.

La luce delle lampade a magnetite è particolarmente adatta per la illuminazione stradale, tale luce è perfettamente bianca ed il relativo spettro è simile a quello della luce solare. La forma della curva di distribuzione della intensità luminosa è la più conveniente per la illuminazione di ampi spazi. Il consumo specifico di energia è molto basso, corrispondendo a circa 0.3 watt per candela media emisferica; il rendimento luminoso è poi particolarmente elevato non richiedendosi l'uso di globi diffusori, essendo l'arco a larga superficie di diffusione.

Particolarità speciale del nuovo sistema di lampada, per cui è specialmente raccomandabile per uso d'illuminazione stradale è la lunga durata degli elettrodi, a cui compete una vita di 150 ore circa.

Il potenziale di alimentazione è di 100 - 150 volt, circostanza, che a differenza degli altri tipi di lampada, rende la lampada a magnetite adatta per inserzione diretta sulle distribuzioni ordinarie di energia.

E interessante pure l'impianto di alimentazione di dette lampade, che essendo collegate in serie debbono funzionare ad intensità di corrente costante.

La corrente alternata a 50 periodi e 6000 volt, proveniente dall'impianto elettrico municipale della Città di Torino, è convertita in corrente raddrizzata costante, alla tensione di 4370 volt, mediante un impianto costituito da un trasformatore regolatore ad intensità di corrente costante e da un raddrizzatore di corrente a vapori di mercurio.

Il primo è del noto sistema a bobine primarie mobili rispetto alle secondarie, in cui in funzione della repulsione che si esercita tra le bobine per effetto della corrente assorbita si induce un f. e. m. diversa, dipendente dal disperdimento magnetico in modo da mantenere nel circuito secondario la intensità di corrente costante, pure variando la resistenza del relativo circuito, in conseguenza della variazione del numero delle lampade inserite.

Il raddrizzatore a vapori di mercurio è contenuto nella stessa cassa del trasformatore.

La luce Moore. — La maggiore novità che dobbiamo segnalare nel campo della illuminazione elettrica, è quella della luce Moore, perchè non solo costituisce un tipo nuovo di lampada, ma realizza una distribuzione della intensità luminosa nella forma più razionale e non raggiunta da alcun altro sistema.

È ben noto che la efficacia di un sistema di illuminazione non sta solo nell'usare centri di diffusione di raggi luminosi aventi il massimo rendimento di energia; ma soprattutto nel raggiungere la maggiore utilizzazione per parte dell'occhio, che è l'ultimo elemento ricevitore. La illuminazione di ambienti non deve mai prescindere dall'ambiente che è da illuminarsi e deve realizzare, nel maggior numero dei casi, una illuminazione diffusa ed uniforme.

La luce Moore conduce ad ottimi risultati al riguardo, per illuminazione di ambienti chiusi; in cui il problema è particolarmente difficile.

Fin dal 1896 Mc. Farlan Moore proponeva di costituire lampade elettriche mediante la luminosità prodotta da una corrente alternata ad alta tensione nei gas rarefatti, contenuti in tubi analoghi ai noti tubi di Geissler.

Riusciva fin da allora a costituire dei tubi della lunghezza di 2 mt. e del diametro di 5 cm. irradianti una luce bianca molto diffusa ed intensa.



Il sistema è venuto successivamente perfezionandosi fino al giorno d'oggi, in cui la Società Moore insieme ad altri impianti, ha potuto installare nella galleria delle Esperienze Elettriche della nostra Esposizione, un tubo della lunghezza di circa 40 mt. per la illuminazione di una sezione di questa.

I principali perfezionamenti che rendono oramai questo sistema di illuminazione praticamente adottabile consistono nell'uso di un trasformatore sopraelevatore che provoca tra gli elettrodi saldati alle estremità del tubo la tensione necessaria, per dare luogo alla incandescenza dei vapori (13000 Volt per un tubo della lunghezza di 44 m.) e soprattutto uno speciale sistema atto a mantenere costante nel tubo la rarefazione del gas che è influenzata dal passaggio della scarica elettrica, con variazione della reattanza, e di conseguenza della intensità luminosa del tubo.

Il Moore ottiene lo scopo con una semplicissima valvola elettrica costituita da un solenoide percorso dalla corrente primaria o secondaria di alimentazione, il quale, in funzione di tale intensità di corrente, aziona mediante un nucleo di ferro la valvola, da cui si sprigiona in modo automatico il gas col variare della intensità di corrente, mantenendola costante. I gas contenuti nel tubo possono essere di natura diversa con effetti vari di colorazione.

Si ha la luce rosa ed il massimo rendimento economico coll'azoto e la luce bianca colla anidride carbonica.

In merito alla intensità luminosa emanante da detti tubi risulta da recenti ricerche che si hanno circa 0,5 candele per cm. di lunghezza. Il consumo specifico di energia, comprendente tutto l'insieme della installazione, è di circa 1,53 watt per candela.

Per ogni metro di lunghezza di tubo, da cui si possono avere circa 57 candele, si ha un consumo di 76 watt, fatta astrazione delle perdite nei trasformatori e nel solenoide di regolazione: circa 1.34 watt per candela.

Cotesto consumo specifico è molto prossimo a quello delle lampade ad incandescenza a filamento metallico, per quanto un poco superiore. Compensano però al nuovo sistema speciali vantaggi di distribuzione luminosa che lo rendono superiore al sistema di illuminazione con fari di grande intensità luminosa, ed anche a quello di numerose piccole lampade, come modernamente si usa per la illuminazione di vasti ambienti.

Può essere interessante e non eccedente gli obbiettivi della presente relazione, di indicare che è stato fatto l'esperimento di illuminare uno stesso ambiente mediante i due sistemi: Moore e lam-

pade al Tantalio, colla condizione di avere lo stesso consumo di energia ed impiegando i due sistemi nelle condizioni più favorevoli, per meglio illuminare il locale.

Ad un tubo di lunghezza d' circa 34 m. assorbente la potenza di 3300 Watt, per dare una intensità luminosa complessiva di 2150 candele, e produttore una illuminazione media nei vari punti della sala, rilevata col fotometro, compresa tra 32,4 e 46 candele e mediamente 39,4 candele, corrispondeva a parità di energia l'impianto di 41 lampade al Tantalio e 110 volt da 50 candele ed una lampada da 25 candele, distribuite nel modo migliore, e per cui la intensità luminosa nella stessa sala variava da 29,4 e 48 candele, con una intensità media di 37,3 candele.

La illuminazione med'la risultò pertanto per l'impianto colle lampade a filamento metallico un poco inferiore a quella del sistema Moore; inoltre a questa ultima luce corrisponde una minore disuniformità nella illuminazione e quindi un maggiore effetto.

La convenienza della luce Moore risulta però specialmente evidente quando si consideri che non richiede l'uso di alcun riflettore, come è necessario per ogni centro luminoso di media e di grande potenza, e che assorbe una quantità di energia luminosa variabile dal 10 al 50 % della intensità irradiata.

A bilanciare cotesti vantaggi del nuovo sistema di illuminazione è però da tenere conto che questo richiede una certa complicazione di installazione, facendo parte dell'impianto un gruppo di trasformazione e congegni di regolazione alquanto delicati ed inoltre per la installazione dei tubi e relative riparazioni occorre un personale speciale, con apparecchi per fondere e saldare il vetro e colla pompa per praticare il vuoto in luogo. L'uso dell'alta tensione in locali abitati, può essere considerato come un pericolo.

Per parte della Ditta costruttrice e dei tecnici che hanno particolarmente studiato il sistema, si assicura che il sistema è, malgrado ciò, assolutamente sicuro e conveniente, ma è nostro avviso che prossimi perfezionamenti sono da attendersi sia per ridurre il consumo specifico di energia, come per dare maggiore garanzia di sicurezza e semplicità alla installazione.

L'impianto della Esposizione, installato nella Galleria delle Esperienze Elettriche, nei sette mesi di funzionamento non ha dato luogo ad alcun inconveniente e la luce Moore è stata oggetto della più viva ammirazione per la luce calda ed uniforme diffusa nell'ambiente.

Tale impianto essendo stabilito su di un circuito monofase con-

duceva al noto fenomeno di immagini saltuarie di oggetti in movimento: installando però tre tubi su di un sistema trifase tale inconveniente viene eliminato.

Allo stato attuale, il sistema è adottabile e consigliabile per la illuminazione di vaste sale di riunione, mentre non può ritenersi ancora adatto per applicazioni nei piccoli ambienti di abitazione, nè per esterno.

LA TELEGRAFIA E LA TELEFONIA.

La telegrafia è rappresentata essenzialmente dalla mostra del Ministero delle Poste e Telegrafi. — Il Ministero delle Poste e Telegrafi ha voluto che la propria partecipazione alla Esposizione commemorante il cinquantenario della costituzione del Regno d'Italia, rappresentasse sinteticamente lo sviluppo dei servizi postali telegrafici e telefonici presso la nostra Amministrazione nei cinquant'anni di fervida vita nazionale, e di ascensione economica, resa manifesta specialmente dal diffondersi dei sistemi più celeri di comunicazione del pensiero.

Cotesta mostra però insieme al carattere nazionale, ha un grande interesse tecnico, in quanto costituisce una esposizione retrospettiva pressochè completa dello sviluppo della telegrafia, sia nella tecnica degli apparecchi che in quella delle condutture ed accessori.

Dai primi apparecchi Morse la serie dei congegni trasmettitori e ricevitori si estende per tutti i tipi intermedi e successivi ai più moderni e celeri apparecchi stampanti e multipli quali le Hugues ultimo modello e le Baudot.

Le più interessanti novità in materia di apparecchi telegrafici rivolte all'obiettivo di rendere sempre più rapida la trasmissione e di utilizzare sempre più i fili di linea sono esposte in cotesto padiglione e sono opera di valorosi funzionari della Amministrazione, che portando a perfezionamento della costruzione degli apparecchi la loro pratica di esercizio, raggiungono i più pratici ed efficaci risultati. Citiamo fra questi:

La *Tastiera Picconi* applicata alla Baudot multipla in cui le combinazioni dell'alfabeto Baudot sono ottenute mediante l'uso della

tastiera di una ordinaria macchina da scrivere con vantaggi di celerità e di universalità di uso.

La *Macchina quadruplex Banzati Hugues*, che allo scopo di aumentare la potenzialità di trasmissione dei fili di linea, rendendoli capaci della trasmissione simultanea di dispacci e di utilizzare allo scopo la vecchia macchina Hugues, di regolare funzionamento e di nota manovra per parte del personale, ottiene il funzionamento simultaneo sullo stesso filo di più Hugues e precisamente realizza una trasmissione Quadruplex, per cui si hanno due apparecchi ad ogni estremità di linea, funzionanti contemporaneamente ed indipendentemente.

Basandosi su risultati sperimentali di precedenti sperimentatori, fra cui il Mercadier, il signor Banzati applicò il principio di usare per la trasmissione correnti sinusoidali, la cui frequenza è pari al numero dei salterelli della macchina Hugues, per modo che nello spazio di tempo occorrente per il passaggio da un salterello all'altro, si ha una intera onda, di cui la prima metà serve per una delle Hugues, mentre l'altra serve per l'altro apparecchio, collocato dalla stessa estremità della linea. Si costituisce così la trasmissione Duplex, che riprodotta all'altra estremità della linea, con montaggio in duplice differenziale od a ponte per la trasmissione in senso contrario, realizza la quadruplex.

La generazione delle correnti sinusoidali si ottiene mediante un alternatore ovvero con un invertitore graduale riuniti poi ad un distributore, che serve a distribuire le semionde positive e negative a ciascuna macchina trasmettente in modo rigorosamente sincrono coi carretti delle Hugues.

L'apparecchio esposto in funzionamento dal Ministero delle Poste e Telegrafi è stato usato per le trasmissioni tra Milano e Venezia, e fra Roma e Napoli, e dopo la fine della Esposizione sarà installato tra Milano e Genova.

Un tipo speciale particolarmente compatto è stato costruito dalla Ditta Ferrero e Craveri di Torino, per usi militari di telegrafia rapida da campo.

La *Hugues-Battaglia*. È pure da notare come perfezionamento alle macchine Hugues la disposizione Battaglia a doppio carrello per la compensazione della carica elettrostatica della linea ottenuta facendo precedere alla emissione positiva che forma il segnale Hugues una emissione negativa.

Il *dispositivo Segrè*. Anche al Morse sono stati applicati congegni atti ad aumentarne la scarsa potenzialità ed è da segnalarsi

il dispositivo Segrè, per cui quattro linee fanno capo ad un gruppo di quattro morse con quattro sounders e che a mezzo di un commutatore circolare può essere servito da un solo impiegato.

Apparecchi telefonici. — In materia di apparecchi telefonici si succedono continui perfezionamenti nel senso di dare maggiore sensibilità ai delicati congegni trasmettitori e ricevitori e vengono proposti allo scopo moderni tipi di microfoni e di ricevitori; nessuna vera novità è però da segnalare per applicazioni di nuovi principi che facciano sperare in un nuovo apparecchio maggiormente atto degli attuali per la telefonia a grande distanza, specialmente nei cavi.

Come il *Syphon recorder* del Thomson ha dato mezzo di usare dei cavi sottomarini nella telegrafia, così un apparecchio telefonico che possa trasformare le impulsi fonetiche in onde elettriche di forma e di energia meglio convenienti per la trasmissione a grande distanza nei cavi, ed un apparecchio ricevitore più sensibile potrebbero risolvere in modo completo la questione.

La soluzione è nel futuro e risulterà forse da una modificazione radicale del microfono e del telefono, che si basano su principi bene adatti per le comunicazioni ordinarie, ma troppo influenzati dalle costanti di capacità e di resistenza dei conduttori per una trasmissione a grande distanza.

È nostro fervido augurio che al mirabile sviluppo delle comunicazioni del pensiero cui ha condotto l'elettricità, si aggiunga presto questo nuovo mezzo, ritenuto finora come superiore alle nostre possibilità e che rappresenterà certamente una delle maggiori vittorie di cotesta tecnica.

Si succedono invece numerosi i trovati per rendere immuni le correnti telefoniche dai disturbi provenienti da altri circuiti come per proteggere le stazioni telefoniche da potenziali pericolosi. Cotesti sistemi hanno una grande importanza essenzialmente per gli impianti elettrici ad alta tensione per le relative linee di servizio, colleganti i centri di distribuzione con quelli utilizzatori.

Tra tutti gli apparecchi recentemente proposti ed applicati eccellono quelli ben noti del Perego, di cui la sua Ditta ha fatto mostra nella galleria della elettricità della nostra Esposizione.

Il Perego ha realizzato uno speciale sistema di telefonia e telegrafia di sicurezza, ed antiinduttiva su linee stabilite in prossimità di condutture ad alta tensione. La sicurezza è ottenuta coll'impiego di uno speciale trasformatore di sicurezza brevettato, al cui primario sono connesse le linee telefoniche pericolose ed il cui secondario

rio è in comunicazione cogli apparecchi o circuiti da proteggere. Il secondario è molto isolato, protetto da valvole, e calcolato nel circuito magnetico per modo che la sezione del ferro sia tale, in relazione al numero delle spire del circuito secondario, da limitare, grazie alla saturazione magnetica del ferro, la tensione indotta nel circuito secondario, allorquando sul primario esiste anche un potenziale elevatissimo.

La antiinduttività è ottenuta, in quanto riguarda la induzione elettrostatica, mediante lo smorzatore, costituito da un avvolgimento di più bobine attorno ad un nucleo di ferro laminato, tale avvolgimento è connesso in derivazione sulla linea, mentre il suo punto di mezzo è collegato alla terra. Le cariche elettrostatiche eguali e contrarie indotte sui due fili del circuito telefonico provocano nelle due metà di detto avvolgimento due correnti eguali e contrarie che vanno a terra, provocando nel circuito magnetico flussi magnetici eguali e opposti che si annullano; al passaggio delle correnti provenienti dalle cariche elettrostatiche non si offre di conseguenza che una pura resistenza ohmica, che può essere piccola quanto si vuole per fare un vero corto circuito delle correnti perturbanti.

Il problema di selezionare le correnti telefoniche ad alta frequenza dalle correnti a più bassa frequenza come le correnti industriali è collegato a quello della telegrafia e telefonia simultanea ed ebbe per opera del Perego una buona soluzione mediante un separatore il quale è una specie di ponte Wheatstone, in cui si stabilisce, proporzionando opportunamente le resistenze e le induttanze dei lati relativi, la condizione di zero nella diagonale in cui è inserito il galvanometro, per la frequenza delle correnti da eliminare.

Il Perego è pure autore di un sistema per telegrafia e telefonia simultanea con apparecchi i quali, mediante selfinduzioni e capacità in serie, stabiliscono la condizione di risonanza per la frequenza delle correnti da ricevere nel particolare circuito in cui sono inseriti i relativi apparecchi ricevitori e possono separare le correnti telefoniche ad alta frequenza da quelle telegrafiche intermittenti, mettendo invece a terra le correnti perturbanti a bassa frequenza.

La ditta Perego ha incontrato un largo successo coi propri apparecchi e ne dà dimostrazione colle numerose applicazioni all'estero, dove il suo sistema è pure largamente apprezzato.

I SISTEMI DI TRASMISSIONE DELLE IMMAGINI A DISTANZA.

I sistemi di trasmissione delle immagini a distanza, problema che fu tentato per il suo grande interesse da più inventori, tra cui non è da tacere il nostro Caselli, sono rappresentati alla presente Esposizione da due inventori diversi, i quali hanno realizzato risultati così importanti e perfetti, da far ritenere come risoluto un così importante problema.

I due sistemi presentati, l'uno del prof. Korn, e l'altro del Belin, sono i migliori sistemi attuali, e gli unici pratici.

La trasmissione di segni grafici a distanza può riferirsi alla trasmissione di disegni o scritti autografati ovvero alla trasmissione di vere fotografie a mezze tinte.

Ambo gli obbiettivi hanno grande importanza per gli scopi speciali a cui debbono servire, ma evidentemente il problema della trasmissione di una fotografia con tutte le proprie sfumature di tono, offre una ben maggiore difficoltà.

Il prof. Korn deve sopra tutto la sua rinomanza al noto sistema di trasmissione al selenio, per la trasmissione a distanza delle fotografie, in cui l'illustre sperimentatore ha in modo speciale manifestato la propria genialità.

Il selenio gode della proprietà di mutare la propria resistenza elettrica col grado di illuminazione a cui è soggetto; approfittando di cotesta proprietà il Korn si serve nell'apparecchio trasmettitore di una cella di Selenio, la quale è più o meno illuminata da un raggio luminoso, che attraversa la pellicola portante la negativa fotografica della immagine da trasmettere avvolta su di un tamburo e quindi è più o meno intenso a seconda della tonalità del punto corrispondente di detta negativa. Tale cella di selenio è connessa alla linea della trasmissione e regola in essa a seconda della propria resistenza e quindi a seconda della tonalità della negativa la intensità della corrente, la quale nel posto ricevitore agisce su di un galvanometro a corda. Lo specchietto di tale galvanometro riflette un raggio luminoso che per riflessione illumina più o meno una carta sensibilizzata avvolta su di un tamburo.

Nel posto trasmettitore tutti i punti della immagine passano sotto la azione del raggio luminoso per la rotazione elicoidale del tamburo che ne porta la negativa, cui corrisponde un movimento elicoidale esattamente sincrono del tamburo dell'apparecchio ricevitore. In questo modo tutti i punti della fotografia da trasmettere sono riprodotti sulla carta sensibilizzata al posto ricevitore.

Il più recente e notevole perfezionamento introdotto dal Korn nel suo sistema, sta nella cella compensatrice di selenio, che si oppone, compensandolo, all'effetto della inerzia, proprio del selenio, nel seguire le variazioni della intensità luminosa del raggio che lo colpisce e che deforma le immagini.

Il sistema teleautografico per la trasmissione di segni grafici è invece costituito da un tamburo dotato di moto elicoidale, sul quale con inchiostro conduttore è tracciato il disegno da trasmettere. Uno stilo, che per il moto elicoidale del tamburo percorre tutta la superficie del foglio, comunica con un polo di una pila mentre l'altro polo è connesso al detto tamburo, su cui è avvolto il disegno da trasmettere. Il circuito della pila si chiude attraverso alla linea di trasmissione al posto ricevente; all'atto del contatto dello stilo col segno conduttore si stabilisce il circuito della pila e si ha nella linea una impulsione di corrente, che imprime nel posto trasmettitore un segno equivalente, per l'azione elettrolitica della corrente, su di una carta chimicamente preparata.

Il Korn ha ottenuto risultati notevoli dai suoi sistemi, e li ha negli ultimi anni fatti adottare praticamente da taluni giornali, come « l'Illustration » di Parigi, il « Lokal Anzeiger » di Berlino, il « Dayly Mirror » di Londra, stabilendo comunicazioni ordinarie tra codeste capitali.

La trasmissione di una fotografia ordinaria richiede col sistema Korn il tempo di circa 12 minuti primi.

Il sistema del Belin si fonda invece sulle variazioni di resistenza introdotte nella linea di trasmissione per la azione dei rilievi presentati dalla fotografia e del disegno da trasmettere che devono quindi essere preparati mediante carte sensibili speciali o tracciati con inchiostro speciale, atto a dare un leggerissimo rilievo alla immagine da trasmettere.

Nel posto trasmettente uno stilo percorre tutta la superficie della immagine e subisce leggeri spostamenti in corrispondenza dei rilievi della immagine; cotesto stilo trasmette le sue vibrazioni con leggera pressione ad una membrana agente su di un contatto micro-

fonico, il quale varia di resistenza squilibrando uno dei lati di un ponte di Wheatstone, sulla cui diagonale è inserita la linea.

Al posto trasmettente un galvanometro devia variamente a seconda della intensità di corrente ricevuta e dirige una stria luminosa attraverso uno schermo, che dal nero opaco passa al bianco, passando per tutte le relative sfumature, e quindi intercetta e mitiga il detto raggio luminoso in modo esattamente dipendente dalla intensità di tinta della fotografia da trasmettere.

Per la trasmissione dei semplici disegni invece di tale schermo si ha una sottile fessura atta ad intercettare od a lasciare passare il raggio luminoso scrivente sulla carta sensibile ricevente.

Le principali trasmissioni eseguite dal Belin sono le seguenti:

Parigi-Lione-Parigi: Km. 1700.

Lilla-Parigi-Digione-Parigi-Bordeaux-Lilla — col tratto Bordeaux-Lilla per ritorno per la terra.

I risultati ottenuti dai due sistemi si equivalgono, per quanto il sistema Korn abbia avuto un maggiore sviluppo pratico, e senza stabilire confronti, ci compiacciamo di rilevare a quali importanti uffici potrà essere chiamato cotesto nuovo mezzo di comunicazione, quando venga ancora ulteriormente perfezionato, specialmente nella durata della trasmissione attualmente ancora troppo grande.

Oltre agli scopi giornalistici di cui è facile apprezzare l'importanza, la trasmissione dei disegni a distanza ha grande importanza militare per la trasmissione immediata di rilievi eseguiti a distanza, è di efficace e grande aiuto per la polizia criminale onde individuare rapidamente malfattori da catturare, e potrà essere di reale vantaggio commerciale per autenticare documenti telegrafici.

Apparecchi speciali attinenti alla Telefonia e che attendono di essere meglio conosciuti per avere un largo impiego nella pratica, sono i *Telegrafoni* aventi l'obbiettivo di fissare le conversazioni telefoniche per darne poi una riproduzione.

Di tali apparecchi ci danno esempio il Poulsen col suo noto telegrafo inventato fin dal 1900, e presentato alla nostra Esposizione sotto forma di macchina a dettare, ed il prof. Perotti col suo *Telefonografo* fondato su principio diverso e che raggiunge pure buoni risultati.

LE APPLICAZIONI DELLE ONDE HERTZIANE.

Mentre le altre tecniche relative alla comunicazione del pensiero a distanza si sono stabilite, dopo più anni di evoluzione dei loro sistemi, su tipi costanti ed uniformi, per la radiotelegrafia e per la radiotelefonìa, malgrado la rapida e brillante successione di risultati pratici, continua intenso lo studio e lo sperimento per realizzare quelle condizioni di sicurezza e di portata di comunicazione che sono necessarie perchè, oltre che per comunicare tra punti mobili, primo e più importante obbiettivo da raggiungere, servano in modo pratico a comunicazioni ordinarie a grande distanza.

I progressi si succedono in codesto campo rapidamente, sia nei dispositivi selettivi, come in quelli di generazione delle onde Hertziane nella forma più conveniente per soddisfare alle varie necessità di un sistema efficace di comunicazione a distanza.

La presente Esposizione, come in vari altri campi, è uno specchio fedele delle tendenze che si svolgono in cotesta tecnica, pure non presentandoci tutta la serie degli apparecchi e dei sistemi escogitati, proposti, ed applicati in cotesti ultimi anni.

Sistema Marconi. — Guglielmo Marconi e la Wireless Marconi C., hanno accolto con grande larghezza l'invito a partecipare alla nostra Esposizione, e presentano varie stazioni radiotelegrafiche in funzionamento e non; la più potente è quella installata nel Padiglione del Ministero delle Poste e Telegrafi a cui compete una portata di trasmissione di 800 Km. ed una portata di ricezione di 5000 Km. Codesta stazione è in continua comunicazione colla stazione di Poldhu in Cornovaglia.

I perfezionamenti più recenti del sistema Marconi consistono in dispositivi atti a migliorare le caratteristiche di sintonia e ad aumentare il rendimento della trasmissione e quindi la relativa distanza.

Una innovazione importante dal punto di vista pratico è stato quella della sostituzione dei condensatori ad aria a quelli con altri dielettrici, col vantaggio di ridurre assai le perdite di energia per isteresi dielettrica e di usare un dielettrico non soggetto a bruciature.

Il sistema Marconi che conserva il tipo di generatore di onde a gruppi si è perfezionato in tali generatori in modo da ottenere emissioni a regolari intervalli, tal che il ricevitore può accordarsi in doppio modo ed ottenere così una maggiore selezione, utilizzando la frequenza dei gruppi di onde.

Si possono realizzare gruppi di onde il cui decremento è per ogni gruppo di 0,03, 0,015 come nella stazione di Clifden; tale persistenza nelle oscillazioni è stata ottenuta eliminando quasi completamente la resistenza offerta dalla distanza esplosiva tra le sfere dello spinterometro, la quale produce lo smorzamento delle onde che si ha negli ordinari apparecchi.

Serve allo scopo uno speciale apparecchio spinterometrico rotante consistente in un disco di metallo, munito di punte collocate lungo la periferia, normalmente al suo piano, il quale rota a grandissima velocità fra due altri dischi laterali normali al primo e rotanti lentamente. Durante la rotazione del disco le punte relative sfiorano i dischi laterali, rispetto ai quali sussiste una rilevante differenza di potenziale e quindi si produce la scarica. La velocità periferica del disco è di circa 200 mt. al secondo, quindi lo spazio esplosivo è praticamente chiuso durante il tempo in cui ha luogo una oscillazione completa, corrispondente ad un potenziale di 15.000 volt e 45.000 periodi.

Questo aprirsi repentino del circuito primario tende ancora a smorzare immediatamente le oscillazioni, che possono ancora persistere nel circuito del condensatore e viene eliminata la solita reazione che avrebbe luogo altrimenti tra il circuito aereo e quello del condensatore, impedendo all'energia di tornare indietro dal circuito aereo a quello del condensatore, come accadrebbe usando lo scintillatore nella sua forma ordinaria.

È ancora da segnalarsi che nelle recenti installazioni in Clifden e di Glace Bay, allo scopo di potere radiare e ricevere onde di qualsivoglia lunghezza e dirigere la più grande parte delle radiazioni in qualunque direzione si desideri, venne adottato un aereo a fili aerei orizzontali.

Altri miglioramenti provengono dallo studio dei fenomeni di interferenza allo scopo di ridurre al minimo, così da eliminare i disturbi dovuti ad altre trasmissioni od a condizioni atmosferiche.

È in proposito da notarsi che gli esperimenti fatti a Clifden hanno dimostrato la possibilità di potere contemporaneamente trasmettere e ricevere dalle due stazioni di Clifden e di Glace Bay.

realizzando così il primo esempio di trasmissione Duplex radiotelegrafica.

Nello stand Marconi, della Galleria delle Esperienze Elettriche, è pure esposta una piccola stazione radiotelefonica, in cui si usano onde persistenti, ottenute con un arco funzionante in vapori di alcool, e con detector a carborundum.

Tale apparecchio ha servito finora solo per comunicazioni a breve distanza.

Sistema Poulsen. — Ha destato particolare interesse la esposizione in funzionamento degli apparecchi Poulsen per la produzione delle onde elettriche continue o persistenti, rappresentanti un notevolissimo perfezionamento nella generazione delle onde Hertziane a scopo di radiotelegrafia e radiotelefonica.

L'uso di oscillazioni elettriche, che non siano smorzate, vale a dire che vengano emesse in modo continuo colle stesse caratteristiche di ampiezza e di periodo, permette di accordare in modo esatto gli apparecchi delle stazioni corrispondenti, così come mediante onde sonore continue prodotte da un diapason in continua vibrazione si può fare vibrare la corda corrispondente a quella del diapason e questa sola.

Di conseguenza facendo uso di onde elettriche continue si raggiunge un grado di nettezza nella sintonia veramente notevole, circa l'1 %.

Ciò equivale a dire che si può ad esempio far lavorare contemporaneamente due stazioni A e B con una lunghezza d'onda di 700 metri e sul medesimo percorso due altre stazioni C e D con una lunghezza d'onda di 707 metri senza che i segnali si disturbino a vicenda.

Il Poulsen ha potuto anche, collegando tre ricevitori ad una medesima antenna ricevere tre telegrammi trasmessi contemporaneamente da altrettante stazioni, richiedendosi però in questo caso una differenza tra le lunghezze di onda di circa il 3 %.

Quindi con un generatore che possa emettere un insieme di onde elettriche, estensibile entro un ampio campo, il numero delle stazioni che si possono mettere in azione sopra uno stesso territorio, può essere notevolissimo.

Siccome la radiazione delle onde di Poulsen, contrariamente a quello che succede per le onde Hertziane è continua per tutto il tempo in cui l'operatore mantiene il circuito si può radiotelegra-

fare alla stessa distanza con una spesa di energia momentanea molto minore.

Si sono potute stabilire comunicazioni alla distanza di 2400 km. usando solo la energia di 6 Kw. Questa circostanza rende evidente come l'uso delle onde continue semplifichi e renda economiche le nuove stazioni radiotelegrafiche.

In grazia alla continuità delle onde in questione si può portare la velocità della trasmissione ad un grado notevole di modo che una stazione può trasmettere più migliaia di parole all'ora, così come nella telegrafia ordinaria.

Si è riusciti a telegrafare 300 parole al minuto ad una distanza di 270 Km. mediante una energia primaria di 2,6 Kw. e con una altezza di antenna di 67 metri.

Infine il poter disporre di onde continue è condizione essenziale per effettuare la telefonia senza fili, per quanto esperimenti di Ruhmer e di Majorana abbiano dimostrato che con scintille molto frequenti si abbia anche la possibilità di trasmissioni, per quanto poco chiare ed a breve distanza.

Per la telefonia senza fili basta modificare le onde continue in modo corrispondente alle modulazioni della voce perchè le oscillazioni elettriche trasmesse possano riprodurre sulla membrana di un telefono, posto alla stazione ricevente, le vibrazioni sonore che agiscono sul trasmettitore. Tale modificazione può farsi in due modi diversi: o variando la intensità delle onde, mantenendo costante la loro frequenza, oppure modificando la frequenza senza variare l'intensità, modificando così il grado di unisono delle due stazioni corrispondenti.

Per la realizzazione di ambedue i metodi è necessario di disporre di onde continue, in cui tali elementi siano ben determinati e persistenti.

Col sistema Poulsen si sono potute realizzare le più lunghe trasmissioni di telefonia senza fili tra cui quella tra le stazioni danesi di Esbjerg e di Lyngby: 270 Km. su terra.

L'apparecchio di Poulsen atto a produrre coteste onde deriva dagli esperimenti dell'illustre fisico Duddel, per cui se parallelamente ad un arco elettrico, generato da una corrente continua, si pone un circuito oscillante, costituito da una conveniente capacità e da una autoinduzione, l'arco sarà in certe condizioni all'unisono e nello stesso tempo si produrrà una corrente alternata con un periodo eguale a quello della nota emessa dall'arco.

Questa nota esperienza dimostra che una parte della corrente

continua si trasforma in una corrente alternata di ampiezza costante e che la energia consumata da quest'ultima è fornita dalla stessa corrente continua.

Per avere cotesto fenomeno occorre però che si realizzi una condizione fondamentale ed è che il rapporto tra la variazione d'intensità di corrente passante per il conduttore e la corrispondente variazione nella caduta di potenziale dell'arco sia negativo vale a dire che il potenziale diminuisca col crescere della intensità di corrente.

Il sistema Duddell non era però applicabile alla telegrafia senza fili perchè tanto l'intensità che la frequenza della corrente alternata risultavano insufficienti.

Il Poulsen dopo lunghi studi teorici e sperimentali riuscì a combinare un sistema perfettamente adatto, facendo funzionare l'arco in una atmosfera di idrogeno o di composti di idrogeno, il quale per la grande velocità del suo atomo è un eccellente conduttore del calore e della elettricità, e costituisce un mezzo ambiente idoneo per favorire le oscillazioni dell'arco.

Il Poulsen inoltre immergendo l'arco ad idrogeno in un potente campo magnetico aumentò considerevolmente la efficacia del sistema coll'accrescere la caduta di potenziale attraverso l'arco in funzione della sua lunghezza e definendo bene geometricamente la posizione dell'arco rispetto agli elettrodi. Il Poulsen usa di produrre il campo magnetico colla stessa corrente che alimenta l'arco.

Gli elettrodi dell'arco sono costituiti: il catodo di carbone e l'anodo di rame, che è raffreddato da una circolazione interna di acqua. Il catodo è dotato di un leggero movimento di rotazione allo scopo di rendere uniforme il deposito delle particelle di carbonio sull'elettrodo negativo.

Il Poulsen ha presentato alla nostra Esposizione apparecchi di varia potenza costituenti una stazione di trasmissione radiotelegrafica ed un gruppo sperimentale con cui si dimostra la facilità di accordo di stazioni radiotelegrafiche diverse e si riproducono brillantissime esperienze atte a dimostrare le proprietà delle onde Hertziane continue.

Per le applicazioni della radiotelegrafia l'uso di onde persistenti non è strettamente necessario, per quanto possa considerarsi utile sotto certi punti di vista, anzi taluni sistemi di radiotelegrafia, tra cui il sistema Marconi lo escludono di proposito nelle loro installazioni; per gli usi invece della telefonia senza fili è allo stato attuale l'unico mezzo di potere stabilire sistemi di comunicazione.

che dai successivi perfezionamenti attendono di raggiungere quel grado di praticità che loro manca ancora.

Attinenti alla tecnica della Telegrafia senza fili, per quanto non rappresentino apparecchi aventi cotesto obbiettivo, dobbiamo citare i seguenti espositori.

Campi rotanti ad alta frequenza del prof. Alessandro Artom. — Nella Galleria delle Esperienze elettriche si trova esposto uno degli apparati del prof. Alessandro Artom per dimostrare la composizione delle oscillazioni elettriche generate da circuiti di scarica di condensatori.

L'apparato esposto è un piccolo motore bifase, costituito da un avvolgimento principale di poche spire facenti parte di un circuito di scarica di una batteria di bottiglie di Leyda. Nel campo elettromagnetico generato da questo avvolgimento è collocato un avvolgimento indotto di numerose spire, il cui piano è disposto a 45° col piano dello avvolgimento primario. Gli estremi di questo avvolgimento secondario fanno capo con un condensatore ad olio di paraffina, di capacità variabile.

Nell'interno dei due avvolgimenti è sospeso un rotore cilindrico metallico a forma di gabbia di scoiattolo. I campi alternativi componenti sono in questo motore prodotti da correnti alternative smorzate di alta frequenza; la composizione che quindi ne consegue dà luogo a campi rotanti di forma specialissima. Lo studio di questi campi rotanti è stato fatto dal Prof. Artom coll'esame dei corrispondenti campi elettrostatici rotanti osservati col tubo del Braun.

Assai notevole nell'apparato Artom è la constatazione dei fenomeni di risonanza. Variando infatti la capacità del condensatore inserito in serie coll'avvolgimento secondario, quando la capacità è tale che vengono ad essere prossime le condizioni di risonanza fra il circuito primario ed il secondario, il campo risultante dà luogo ad una coppia motrice di valore prossimo al valor massimo, sotto la cui azione, il rotore prende a muoversi con grandissima velocità.

Invertendo la direzione di uno dei campi componenti, la coppia motrice si inverte pure, ed il rotore ruota in senso contrario.

L'apparato esposto dimostra la composizione delle oscillazioni elettriche: fenomeni di composizione che si riproducono nelle onde elettromagnetiche generate dalle stesse oscillazioni differenti di fase.

Il prof. Artom fece applicazione di cotesto principio alla radio-telegrafia producendo campi elettromagnetici profondamente dissim-

metrici nelle trasmissioni radiotelegrafiche, allo scopo di ottenere entro determinati limiti la dirigibilità delle onde hertziane (1).

Tali apparati sono in funzione da alcuni anni presso la R. Marina Italiana.

La Bussola Hertziana Bellini e Tosi. — Una speciale applicazione delle onde hertziane, le quali vengono man mano estendendosi ad usi diversi dalla telegrafia e telefonia senza fili, viene presentata dai signori Bellini e Tosi.

Tale apparecchio viene denominato Bussola Hertziana perchè ha l'obbiettivo di consentire ad una nave in rotta di determinare la propria posizione azimutale, mediante riferimento a punti fissi della costa e questo mediante l'uso di onde hertziane.

Cotesta operazione è fatta normalmente mediante apparecchi ottici, i quali non possono impiegarsi nelle epoche di nebbia, in cui è particolarmente importante l'orientamento della rotta di ogni nave.

Poichè le onde elettriche non sono impedita nella loro trasmissione dalla nebbia, un dispositivo il quale dia modo di determinare la posizione della nave, in funzione di fari trasmettenti di onde elettriche riesce di grande ed effettiva utilità per la navigazione.

Usando di due aerei eguali e normali, simmetrici rispetto alla verticale e collegati rispettivamente a due bobine eguali, normali l'una all'altra coll'asse di intersezione verticale, le onde hertziane le quali, emanate da un posto trasmettitore, vengono a colpire il sistema degli aerei indurranno in codesti aerei e nelle bobine inserite nel loro punto di mezzo delle correnti oscillatorie della stessa frequenza e della stessa fase delle onde elettriche induttrici; ma la cui intensità dipende dalla direzione del posto di trasmissione. Il campo magnetico risultante al centro del sistema delle due bobine avrà una direzione dipendente dalla orientazione del posto trasmettitore e quando i piani degli aerei coincidano con quelli delle bobine rispettive, la direzione del campo magnetico risultante sarà perpendicolare a quella che unisce la nave al faro.

Una bobina esploratrice, capace di rotare attorno all'asse centrale delle due bobine e collegata ad un detector e ad un telefono, indicherà il massimo del campo magnetico quando il suo asse sarà normale alla direzione del posto trasmettente, e quindi con un indice solidale indicherà codesta direzione.

(1) *Atti A. E. I.*, Fasc. IV 1908.

Con opportuni espedienti costruttivi l'apparecchio ha potuto avere applicazioni pratiche presso la Marina di guerra francese, dalle cui esperienze risultò che l'errore medio in confronto del rilevamento ottico non è più di 2°. L'apparecchio è stato pure installato sui transatlantici « La Provence » e l'« Espagne », della Compagnie Générale Transatlantique.

Perchè il sistema possa avere larga applicazione e dare effettivi risultati è però necessario di stabilire in correlazione una serie di radiofari e di accertare se stazioni radiotelegrafiche funzionanti per altri scopi non possano interferire sulle ricezioni della bussola.

GLI APPARECCHI DI MISURA.

La Commissione per i programmi della presente Esposizione, ritenne opportuno di formare, a differenza di quanto era nei programmi delle precedenti Esposizioni, una classe speciale per gli apparecchi e strumenti per misure elettriche, riconoscendo la grande importanza ed i caratteri speciali di questa parte della elettrotecnica, e nella speranza che con un numeroso concorso di espositori si potesse fornire una Esposizione comparativa di speciale interesse.

Per quanto taluni degli apparecchi esposti bastino di per sé a segnalare novità interessanti, ed il loro complesso indichi sufficientemente le attuali tendenze costruttive, dobbiamo però riconoscere che è venuta meno la finalità degli organizzatori di porre a confronto più ditte da cui risultasse una vera gara ed il mezzo di giudicare tra l'enorme numero di apparecchi misuratori in uso, i più convenienti sotto i vari punti di vista, sotto cui possono considerarsi.

Apparecchi di misura per scopo industriale. — La tendenza attuale nello studio e nella costruzione degli apparecchi di misura per scopo industriale si rivolge a due obbiettivi principali e diversi. Il primo è di perfezionare la costruzione degli apparecchi da quadro e dei contatori per dar loro una maggiore esattezza e sensibilità, che nei limiti di costo inerenti ad apparecchi industriali li rendano prossimi per funzionamento agli apparecchi di laboratorio, pure conservando le caratteristiche di robustezza e di semplicità che convengono a cotesti organi del quadro elettrico.

Il secondo è di ricercare e di costruire apparecchi i quali siano capaci di dare indicazione di elementi dei circuiti elettrici finora trascurati; ma che nei grandi impianti moderni, in cui il loro controllo è utile e la importanza dell'azienda ne permette l'uso, vanno estendendosi. Intendiamo gli apparecchi registratori, i fasometri, gli indicatori di frequenza, i misuratori del carico complesso, wattometri speciali, contatori con finalità varie, ondometri, ecc.

Tra le Ditte che maggiormente si sono distinte per miglioramenti apportati agli apparecchi ordinari citiamo:

La Siemens e Halske, per contatori ed apparecchi da quadro;

Le Ditte Carpentier e Richard, della quale ultima è specialmente da segnalarsi un wattometro registratore adatto a funzionare sulle automotrici elettriche essendo insensibile alle scosse per effetto di una speciale sospensione elastica; la Isaria e la Landis e Gyr per ottimi contatori; per lo stesso materiale la Compagnia Brunt dei contatori colla Siry Chamon, la casa Trub e Fierz di Zurigo, specialmente per strumenti elettrodinamometrici di costruzione precisa e fine.

La maggiore esposizione è però quella della C. G. S. di Milano, la quale ha in cotesto ultimo periodo sviluppato grandemente la sua industria, ed ha perfezionato notevolmente i suoi tipi, distinguendosi specialmente in materia di apparecchi registratori e di apparecchi per grandi intensità di corrente ad alta tensione, studiati con genialità di principi nuovi.

Della categoria di apparecchi nuovi citeremo quei pochi che sono degni di speciale menzione:

Gli *apparecchi Arnò*. Anzitutto sono da segnalare i noti apparecchi del prof. Arnò atti a misurare la potenza apparente di un circuito a corrente alternata, vale a dire il prodotto dei Volt per gli Ampère.

Un'altra serie di apparecchi illustra i metodi proposti dall'autore per tenere conto in modo esatto praticamente della misura della energia elettrica, non solamente della potenza reale, ma anche del modo di utilizzazione della stessa energia, a seconda del fattore di potenza dell'impianto utilizzatore, computando in dovuto conto la corrente di magnetizzazione corrispondente all'utente (1).

Lo scopo a cui si rivolge l'autore con questa serie di apparecchi è di una grande importanza, in quanto che quasi tutte le parti costituenti l'impianto elettrico: generatori, apparecchiatura relativa,

(1) *Atti A. E. I.*, fasc. Febbraio-Marzo 1910.

trasformatori, linea di trasmissione e di distribuzione, motori, ecc. sono proporzionate per valori determinati di Volt Ampère anzichè di watt, e perciò la maggiore intensità di corrente dipendente dalla componente in quadratura conduce ad un maggior costo nelle parti dell'impianto proporzionato in base al riscaldamento ed alle cadute di tensione, ed obbliga a maggiore spesa di esercizio per la maggiore corrente di eccitazione, e per le perdite per effetto Joule nelle macchine e nelle linee.

È pertanto equo che i vari utenti abbiano a contribuire nelle maggiori spese di impianto e di esercizio dell'impianto, in quanto il loro servizio pesa sulle spalle della azienda, mentre col regime attuale di tariffe essi sono tutti unificati in base alla potenza misurata in Kw assorbita senza considerazione al rispettivo fattore di potenza, cioè alla quota di corrente magnetizzante che loro compete.

Si può obiettare al sistema che già le Ditte esercenti tengono conto di codesto elemento praticando tariffe diverse per gli utenti luce e forza, e prescrivendo il minimo fattore di potenza dei motori; ma questo controllo è difficile e non tiene conto delle variazioni del cos φ col variare delle condizioni dell'impianto. Certamente un apparecchio che tenga conto in modo esatto del fattore di potenza che spetta effettivamente ad ogni impianto utilizzatore è utile e razionale.

Del sistema proposto da poco più di un anno si hanno già parecchie applicazioni.

Costruiscono detti apparecchi le Ditte:

Siry Chânon - Société des Compteurs - Parigi, Milano;

Siemens Schuckert - Berlino;

Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft - Berlino;

Landis & Gyr - Zug;

Isaria Elektrizitäts Werke - Monaco.

Hanno applicato il sistema di tarifficazione Arnò le seguenti Imprese:

Società Imprese Elettriche Conti, Milano.

Società Unione Esercizi Elettrici, Milano.

Società Imprese Elettriche Brioschi, Milano.

Società Forze Idrauliche del Moncenisio, Torino.

Società Napoletana per Imprese Elettriche, Napoli.

Società Bergamasca di Elettricità, Bergamo.

Società Negri, Porto Maurizio.

Azienda Municipalizzata di Fabriano.

Azienda Municipalizzata di Vercelli.

Il principio del Volt Amperometro Arnò dà luogo inoltre alla costruzione di apparecchi atti a misurare il fattore di potenza, cioè dei fasometri. Colla combinazione di un voltamperometro e di un wattometro in un unico apparecchio si può indirettamente mediante due letture successive o direttamente con una semplice lettura corrispondente ad una scala tracciata in corrispondenza dell'incrocio dei due indici relativi ai due apparecchi, determinare il fattore di potenza.

L'autore dà pure esempio nella sua mostra di Watt-Voltamperometri registratori, e di Voltcoulombometri atti a registrare alternativamente i due carichi, e a totalizzare la potenza apparente fornita dal circuito.

Gli apparecchi della ditta J. Carpentier. — In materia di apparecchi di misura è nostro compiacimento di segnalare la serie degli apparecchi della Ditta Carpentier di Parigi, che rende note novità importanti, e dimostra come per parte di cotesta importante fabbrica si cerchi in particolar modo di risolvere problemi nuovi, con applicazione di principi veramente geniali, e con ben ingegnose disposizioni.

Apparecchio assolutamente nuovo, reso noto solo quest'anno è il Logometro, che si presta alle più svariate applicazioni. Cotesto apparecchio è atto a misurare il rapporto tra due correnti (dal *logos* rapporto). Due bobine rettangolari riunite insieme per uno dei lati nello stesso piano e montate sullo stesso asse, coincidente colla linea di unione, percorse rispettivamente dalle correnti di cui si vuole determinare il rapporto sono collocate entro i poli di un magnete ad espansioni circolari eccentriche rispetto al nucleo delle bobine.

In queste condizioni l'equipaggio mobile costituito dalle due bobine è soggetto ad una coppia direttrice, funzione del rapporto tra le correnti che le percorrono.

Dalla disposizione particolare del campo magnetico tra superfici cilindriche eccentriche, risultano le proprietà caratteristiche di cotesto apparecchio, a cui compete, a differenza dell'ohmmetro una sensibilità press'a poco costante per tutto il campo della deviazione del gruppo delle spirali, e per cui si ha la deviazione to-

tale dell'indice dell'apparecchio, anche per un rapporto molto piccolo tra le intensità delle correnti.

Questa circostanza permette di estendere notevolmente le applicazioni dell'apparecchio.

Anzitutto il logometro serve come misuratore di resistenze, essendo questa misura riducibile ad un rapporto di correnti, serve poi a ricerche su linee telefoniche di grande lunghezza per determinare la distanza limite di trasmissione, come a conoscere la posizione di guasti in condutture elettriche.

È atto a servire come segnalatore a distanza e come trasmettitore di segnali; ne sono state fatte applicazioni per inseritori a distanza di accumulatori, e per segnalatori di livello in serbatoi idraulici, congegnandolo come apparecchio registratore.

Viene usato per la misura delle altissime temperature e tra le molteplici altre applicazioni tutte basate sulla misura di resistenze variabili ha importanza quella della misura della concentrazione delle soluzioni saline determinata in funzione della resistenza di una colonna liquida dell'elettrolito.

L'apparecchio è pure frequenziometro, quando delle due bobine l'una sia in serie con un condensatore e l'altra con una induttanza; di questi due circuiti messi in parallelo sulla linea sono sede di due correnti spostate sensibilmente di circa 180° ed il cui rapporto è proporzionale al quadrato della frequenza.

Soppresso il condensatore, l'apparecchio è un fasometro, da inserirsi con opportune connessioni a seconda del sistema del circuito a cui deve applicarsi.

Oltre a cotesto apparecchio, sono da notarsi nello Stand della Ditta Carpentier, vari altri interessanti apparecchi, tra cui l'*Ondometro Ferrie* a lettura diretta, di grande utilità per le applicazioni della radiotelegrafia, il quale è basato sul principio della lettura della grandezza da misurare nel punto di incrocio di due indici i quali dipendono dagli equipaggi mobili di due galvanometri termici, i cui circuiti sono derivati dalla antenna e comprendono l'uno una resistenza induttiva e l'altro una resistenza puramente ohmica. In queste condizioni il rapporto tra le letture corrispondenti ai due indici è proporzionale alla frequenza ed il loro punto di incrocio può appunto, con riferimento ad una scala di ordinate, segnare direttamente cotesto rapporto. Come ondometro, l'apparecchio si estende da onde di 250 a 1000 metri e come frequenziometro con scale molto diverse; al nostro esame furono presentati due apparecchi di cui l'uno per frequenze da 500 a 1000 periodi ed uno da 30 a 75 periodi.

La ditta ha inoltre nel suo stand i seguenti apparecchi:

Il fasometro Arnò.

Un amperometro per correnti ad alta frequenza basato sul sezionamento del filo termico.

Il frequenziometro Abraham, consistente essenzialmente in un galvanometro a bobina mobile su perni ed il cui campo è prodotto dalla corrente in studio. La coppia antagonista è ottenuta dalle correnti indotte nella bobina mobile. Siccome, sia la coppia deviatrice che la coppia antagonista sono tutte due sensibilmente proporzionali alla tensione, la deviazione dell'equipaggio ne è indipendente.

Sono da segnalarsi pure apparecchi registratori a movimento rettilineo da applicarsi coi principi suesposti e molto commendevoli per i loro dettagli costruttivi.

Apparecchi di misura aventi scopo scientifico. — Gli apparecchi da laboratorio riflettono in modo speciale le tendenze degli attuali studi scientifici intorno alla elettricità di cui costituiscono il mezzo ed il loro esame può bene dare un sicuro indizio dell'indirizzo che guida le moderne ricerche scientifiche.

Dalla scarsa raccolta di apparecchi di misura a scopo di laboratorio, dovuta soprattutto ai costruttori inglesi, appare evidente come sia sentita la necessità di apparecchi adatti per la misura di correnti e di potenziali alternativi.

Lo studio più intimo di coteste correnti si rivolge a varie tecniche.

Per lo studio dei cavi, in quanto riguarda i fenomeni di dissipazione di energia nei conduttori e nei dielettrici, per lo studio e per le ricerche sulle correnti telefoniche, onde dare maggiore perfezione ai conduttori ed agli apparecchi ed infine per le alte frequenze, misuratori di correnti piccolissime alternate a varia frequenza si rendono necessari.

Sono questi i campi in cui l'attività indagatrice dello scienziato può meglio manifestarsi per chiarire i fenomeni ed aprire la via a più numerose ed importanti applicazioni. In cotesto ordine di idee gli apparecchi di misura avevano finora una sensibilità alquanto inferiore a quella dei galvanometri a corrente continua ed è stato intenso e pure duro lo studio per trovare reometri più idonei.

Oltre i già conosciuti apparecchi termici di cui è prototipo quello del Duddel a pila termo elettrica, oggi si sono estesi gli apparecchi vibratorii di cui alla presente esposizione abbiamo buoni e nuovi tipi.

Tra questi possiamo segnalare come nuovo nei rispetti di co-

testa Esposizione Internazionale, per quanto noto ai tecnici italiani, il Convector del Dott. A. G. Rossi, d'una grande genialità di concezione, ed elaborato molto ingegnosamente nei dettagli costruttivi. Cotesto apparecchio può considerarsi sia come un galvanometro per correnti alternate, che come un elettrometro atto a rilevare onde elettriche, e quindi adatto come ricevitore di onde hertziane. Il principio del funzionamento dell'apparecchio e la sua costruzione sono stati resi noti dall'Autore negli atti dell'A. E. I. (1).

Riteniamo che cotesto apparecchio rappresenti uno dei più sensibili galvanometri per corrente alternata conosciuti e goda di tali proprietà da costituire un ben prezioso mezzo di ricerche nel campo delle piccole correnti.

Gli apparecchi della Cambridge scientific instrument Co Limited. — Cotesta Casa, veramente eccellente per la perfezione della costruzione di apparecchi elettrici da laboratorio, secondo tipi studiati da illustrazioni scientifiche di primo ordine, ci fa conoscere sia nel gabinetto di fisica annesso nella Sezione Inglese, come nel suo stand, alcuni apparecchi molto interessanti ed aventi alcune caratteristiche nuove.

Citeremo il ben noto oscillografo del Duddel che viene presentato per inserzione diretta in un circuito a 50.000 volt senza uso di alcun trasformatore riduttore che avrebbe l'effetto di produrre distorsioni nelle curve da rilevare.

È da segnalarsi pure il microelettroscopo del Wilson che per la sua grande sensibilità ha servito agli esperimenti della ionizzazione e della radioattività, le moderne ricerche che stanno aprendo nuovi orizzonti alla fisica moderna.

Agli sperimentatori sui fenomeni relativi alle correnti alternate di minima intensità ed alta frequenza, sono di grande utilità nuovi e sensibili galvanometri a corrente alternata verso il cui studio si sono recentemente ed in modo speciale rivolti gli sforzi della Ditta costruttrice.

Infine numerosi tipi di pirometri atti a misurare alte temperatura mostrano la applicazione di tali apparecchi scientifici a scopo industriale.

Apparecchi della Ditta Robt. V. Paul. — Di questa Ditta sono da segnalare: il galvanometro a vibrazione del Campbell, che può

(1) *Atti A. E. I.*, Fascicolo III 1909.

accordarsi per ogni frequenza compresa tra 50 e 1000, ed a cui compete per la frequenza di 100 periodi la sensibilità di 10^{-7} ampere, pari a quella di un sensibile galvanometro per corrente continua, ed il wattometro Standard, notevole per la sua ampia scala, ottenuta colla suddivisione degli avvolgimenti delle bobine in parecchie sezioni comutabili tra loro. La Ditta espone pure nel laboratorio della sezione inglese uno speciale generatore di correnti alternate di alta frequenza fondato sulle vibrazioni di una sbarra d'acciaio, provocate dalle attrazioni di un magnete; coteste vibrazioni sono trasmesse per contatto ad un microfono che produce nel circuito cui è collegato le correnti ad alta frequenza.

LE APPLICAZIONI DELLA ELETTROCHIMICA.

Pile e accumulatori. — Nulla di speciale abbiamo da segnalare in merito ai generatori di corrente primari e secondari, pile ed accumulatori. I perfezionamenti costruttivi relativi alle pile consistono nell'applicare nuovi sali depolarizzanti, nel proporre dispositivi atti ad eliminare i depositi di sali sugli elettrodi; si cercano di produrre tipi speciali di pile a grande intensità di corrente e particolari modelli di pile a secco per le molteplici applicazioni relative.

Intorno agli accumulatori, dopo il periodo di ricerche intense per tipi nuovi più leggeri e capaci, è successo un periodo di stasi, in cui venne riconosciuta la manità di sforzi atti a dare a cotesto apparecchio una reale maggiore leggerezza, e dalla presente Esposizione non si può dedurre che alcun tipo nuovo di accumulatore stia per proporsi, e si ha solo esempio della tendenza attuale dei costruttori di adattare l'accumulatore a piombo alle applicazioni cui può convenientemente adibirsi od in speciale modo alla trazione elettrica. Nessun costruttore è da segnalarsi per tipi veramente nuovi ed importanti.

Forni elettrici. — La elettrochimica propriamente detta abbraccia i processi metallurgici, basati sull'impiego della corrente elettrica, come i processi vari di produzione di composti diversi, ed è stata aggregata da parte della Commissione dei programmi al gruppo Elettricità, in quanto che costituisce una delle più importanti applicazioni della elettricità, ed ha i propri processi ed ap-

parecchi così intimamente connessi alla elettrotecnica che non può da essa venire interamente separata. La nostra relazione deve però considerare la elettrochimica in relazione non al prodotto, ma al sistema di fabbricazione ed agli apparecchi relativi, che nella loro generalità debbono considerarsi come apparecchi elettrici. Alcuni prodotti però sono direttamente impiegati negli apparecchi elettrici, e di essi è da fare cenno quando abbiano caratteri di novità tali da renderli segnalati.

La metallurgia è rappresentata principalmente per quanto è attinente agli apparecchi, dalla Ditta Keller Leleux e dallo Stassano.

Gli Établissements Keller Leleux presentano la riproduzione di un forno per la produzione dell'acciaio, del sistema ben noto che porta questo nome, che però nei dispositivi costruttivi è particolarmente da segnalarsi per la facile manovra, e per la costruzione degli elettrodi con conduttore ad espansione, sotto l'effetto del calore del forno.

Lo Stassano espone un modello ad 1/10 del forno installato alla Società Elba della potenzialità di 10 tonnellate, notevole per un dispositivo speciale meccanico per il rimescolamento completo delle sostanze in fusione, per facilitare le reazioni chimiche ed impedire la formazione delle croste superficiali.

È importante di constatare che ambo questi forni si rivolgono alla produzione diretta dell'acciaio dai minerali di ferro usando del solo effetto termico della corrente, e sono del tipo ad elettrodi. Sarebbe stato interessante che insieme a cotesti forni ad elettrodi, avessimo pure esempio dei moderni forni ad induzione, affine di stabilire un confronto delle condizioni di funzionamento di forni così sostanzialmente diversi.

Riconosciamo però che la produzione diretta dell'acciaio dai minerali di ferro coi processi elettrosiderurgici, va perfezionandosi per quanto non abbia ancora potuto affermare la propria superiorità sui processi ordinari di maggiore potenzialità ed in condizioni speciali più convenienti.

L'acciaio elettrico può però avere speciali proprietà non realizzabili con gli alti forni, simili a quelle degli acciai raffinati in forni elettrici, quali: migliori qualità meccaniche, proprietà magnetiche speciali, struttura speciale. Ad ogni modo è da segnalarsi come un notevole indice della convenienza e praticità del sistema diretto elettrico il grande impianto che la Società degli alti forni dell'Elba sta installando con forni del sistema Stassano.

I forni elettrici hanno pure una larga applicazione per formare

elettrodi, carboni per lampade ad arco, e spazzole per dinamo direttamente impiegate dalla elettrotecnica:

Producono carboni per uso elettrico come elettrodi da forno, carboni per lampade ad arco, spazzole per dinamo, varie Ditte, tra cui sono da segnalarsi:

La Société « Le Carbone » che presenta una serie completa di pezzi delle più svariate forme, studiati in modo speciale per ottenere tipi di grande, media, e piccola conducibilità, a diverso coefficiente di attrito per le varie esigenze della commutazione e coi vari noti sistemi di attacco.

La Società Italiana dell'Elettrocarbonium con officine a Narni, di cui è notevole l'esposizione di elettrodi da forno per tutte le industrie elettrochimiche ed elettrometallurgiche.

Tra le svariatissime forme di elettrodi fabbricati dalla detta Società, usati nei diversi tipi di forni elettrici sono da rilevare un particolare e pratico attacco a vite in uso nei forni Heroult per l'acciaio, di esecuzione assai difficile, e gli elettrodi grafitati che per le loro qualità di grande conduttività vanno sostituendosi agli elettrodi ordinari nelle industrie elettrochimiche, dove è necessario un materiale resistente ad altissime temperature ed alla azione corrosiva del materiale trattato. Produce inoltre carboni per lampade ad arco di tipi diversi, spazzole per dinamo, ecc.:

La Morgan Crucible C.^o con tipi diversi di spazzole per macchine elettriche.

La fissazione dell'azoto atmosferico. — Tra le applicazioni della elettricità per la fabbricazione di prodotti chimici la produzione dell'azoto ha una straordinaria importanza per l'azione economica che eserciterà sulle industrie agricole ed è di speciale interesse per l'elettrotecnico, in conseguenza dei fenomeni che utilizza.

La fissazione dell'azoto si ottiene trasformandolo in prodotti ammoniacali e nitrici che hanno speciale utilizzazione quali elementi fertilizzanti. La produzione dei nitrati artificiali per provvedere all'esaurimento dei giacimenti naturali è questione vitale per la economia rurale, ed ha un grande interesse sociale ed umanitario, in quanto che l'esaurimento dei giacimenti naturali avrebbe tolto il maggiore elemento di fertilità alle nostre terre.

Il mezzo di trarre dall'aria l'azoto, in modo inesauribile, per fissarlo in prodotti fertilizzanti, rappresenta quindi una delle applicazioni della elettricità di maggiore azione benefica.

W. Crookes nel suo memorabile discorso presidenziale della

Associazione degli Ingegneri elettricisti Inglesi, nel 1898 aveva reso evidente che senza il mezzo di produrre nuovi prodotti azotati le risorse agrarie della terra si sarebbero presto dimostrate insufficienti ai bisogni dei suoi abitanti, ed indicò la soluzione nei sistemi di fabbricazione dell'azoto per sintesi, confermando esperienze di precedenti sperimentatori, tra cui il Berthelot, per cui gli archi ad alta tensione fortemente nutriti da una corrente ad alta intensità producono la combinazione diretta dell'ossigeno e dell'azoto, i due elementi che compongono l'aria, per dare luogo alla formazione di ossido d'azoto.

Il meccanismo del fenomeno è essenzialmente termico in quanto che per tale reazione è necessaria una elevatissima temperatura; per poter poi trasformare e fissare tale ossido d'azoto devesi raffreddare bruscamente la massa gasosa che lo contiene.

Gli apparecchi industriali, di cui abbiamo per opera della Salpetersaure Industrie Gesellschaft due apparecchi in funzionamento alla nostra Esposizione, consistono quindi essenzialmente in archi a larga superficie, ottenuti provocando scariche elettriche lungo elettrodi a corno, soffiati da una corrente d'aria, che ha pure l'ufficio di raffreddare i gas. Con una serie di reazioni, in presenza di acqua, gli ossidi d'azoto passano allo stato di anidride iponitrica e poi in quello di acido nitrico, che coi soliti processi dà luogo in seguito ai prodotti nitrati.

È importante di rilevare come in questi ultimi anni si siano installati parecchi grandiosi stabilimenti per utilizzare cotesto processo. Ricordiamo quello di Innsbruck, di Roche le Rame e di Legnano del sistema della Salpeter Saure. Cotesti stabilimenti impiegano grandi quantità di energia elettrica nelle ore notturne in cui non può avere altre applicazioni, e rappresentano quindi pure una conveniente applicazione per migliorare le condizioni di esercizio delle centrali elettriche di grande potenza.

Produzione dell'ozono. — La azione della scintilla elettrica viene pure utilizzata per la produzione dell'ozono, avente proprietà sterilizzanti notevoli.

La Ozonair Limited C.^o nella sezione inglese espone una ampia serie di apparecchi speciali di piccola potenza, destinati a diffondere l'aria ozonizzata negli ambienti, come a produrre l'ozono, per scopi di chimica dove viene utilizzato come energico ossidante.

In tali apparecchi viene ottenuta una serie di minutissime scintille tra due reti metalliche a potenziali diversi ed attraverso alle quali è soffiata una corrente d'aria.

LE APPLICAZIONI ELETTROTERMICHE.

Le applicazioni della Elettricità per produzione di calore sia per scopo industriale che per scopo domestico hanno in Italia una ben scarsa applicazione in causa del regime fiscale, che colpisce in modo assurdo e proibitivo cotesto impiego della corrente elettrica e frustra uno dei maggiori vantaggi che si potrebbero trarre dalla nostra ricchezza di energia elettrica.

La Esposizione riflette questa condizione di fatto, in quanto che sono ben scarse le applicazioni ed apparecchi di riscaldamento, le poche rappresentate sono però nuove ed interessanti.

Per scopo industriale abbiamo oggetto di speciale considerazione il Generatore elettrico di Vapore, brevetto Revel, costruito dalla Ditta Ing. Luigi Boselli di Milano.

L'apparecchio indicato si rivolge allo scopo speciale di utilizzare la energia elettrica nelle ore notturne o in tutte quelle circostanze, in cui non può essere usata per scopo più remunerativo, per produrre del vapore, il quale è un agente che viene impiegato in modo continuo nella maggior parte delle industrie nei vari processi di lavorazione.

Nel Generatore « Revel » la trasformazione dell'energia elettrica in calore avviene nel seno stesso dell'acqua, in quanto che essa funziona come resistenza ohmica interposta fra elettrodi costituiti di lamiera di acciaio, contenuti in una camera di evaporazione in cui il livello dell'acqua regola la superficie immersa di tali elettrodi e quindi la quantità di vapore prodotta.

Appositi congegni di regolazione registrati per la pressione di lavoro mantengono tale livello costante e con esso la produzione del vapore.

I generatori « Revel » sono di funzionamento realmente pratico essendo di costo e dimensioni minime, funzionano senza sorveglianza e soprattutto hanno un alto rendimento termoelettrico compreso tra il 95 e il 99 %, per modo che la sua produzione è di circa 1 Kg. di vapore ora per 0,75 Kwora. L'apparecchio ha potuto avere numerose applicazioni per parte di centrali elettriche e stabilimenti industriali in virtù anche di esenzione di tassa, servendo la produzione del vapore all'ufficio di generazione di energia.

Un'altra classe nuova di apparecchi di riscaldamento è quella dei tessuti termici adatti a formare tappeti, e oggetti diversi a scopo di terapia.

Le Case C. Herrgott di Valdoie e Otto Baur di Zurigo espongono tessuti diversi in cui l'azione termica della corrente si esercita riscaldando dei fili resistenti (nikel od argentana) facenti parte della trama del tessuto.

I costruttori si sono preoccupati di rendere incombustibili costesti tessuti e di studiare gli accessori di presa della corrente e di regolazione per avere organi semplici e pratici.

Poichè le applicazioni elettrotermiche non potranno avere diffusione nel nostro Paese se non dopo un rimaneggiamento delle tasse sulla energia elettrica con riduzione notevole della tassa per usi di riscaldamento, facciamo nella presente opportunità voti perchè ciò avvenga presto, ed il riscaldamento elettrico si diffonda da noi come nelle altre Nazioni.

Gli altri rami della Elettrotecnica come la Elettroterapia, la fabbricazione degli apparecchi scientifici sperimentali, gli apparecchi di sollevamento, di segnalazione ferroviaria, sono rappresentati da espositori di varie Nazioni, che rendono noti i particolari perfezionamenti, non aventi però alcun speciale carattere di novità, nè atti a segnalare alcuna nuova tendenza nelle relative tecniche.

Sono da ricordarsi per apparecchi elettro-medicali le Ditte Gaiffe di Parigi, Drault et Raulot-Lapointe di Parigi, Drissler di Parigi, Campostano di Milano.

Per apparecchi scientifici sperimentali Leybold's Nachf. di Colonia, Max Kohl A. G. di Chemnitz, Richard Muller Uri di Braunschweig, Dueretet e Roger di Parigi, e specialmente la Ditta Campostano di Milano la quale presenta una larga collezione di apparecchi per le correnti ad alta frequenza e di macchine elettrostatiche nella Galleria delle Esperienze elettriche.

Per gli apparecchi di sollevamento hanno esposto gru a ponte, destinate ai servizi della galleria delle macchine, la Società Nazionale delle Officine di Savigliano, la Deutsche Maschinen Fabrik, di Duisburg, la cui gru è rimarchevole per il magnete di sollevamento, della portata di 20 tonnellate.

Per gli apparecchi di segnalazione ferroviaria da considerarsi in modo particolare dal gruppo trasporti, sono da segnalarsi gli scambi elettrici del signor Samaia, e quelli del Siemens.

...

Una delle più interessanti e moderne manifestazioni della Esposizione di Torino si esplicò nella Galleria della Elettricità mediante la Galleria delle Esperienze Elettriche, che ebbe l'obbiettivo di presentare al pubblico tecnico e profano le esperienze fondamentali della elettricità nella loro forma più brillante e nuova.

Col riprodurre accanto alla Mostra della Elettricità, dove i più recenti perfezionamenti dei congegni elettrici rappresentano l'ultima espressione del progresso della Elettrotecnica, le esperienze fondamentali su cui hanno base le applicazioni elettriche e le novità più salienti del campo scientifico, si realizzò lo scopo educativo e di volgarizzazione che deve essere uno degli obiettivi principali di cotesti convegni industriali.

La Galleria delle Esperienze Elettriche fu proposta, organizzata, diretta dal Prof. Riccardo Arnò, il quale seppe con grande attività e coll'autorità del suo nome raccogliere in modo ordinato in detta Galleria le esperienze più interessanti ed importanti, relative a nuove applicazioni ed a principi scientifici che attendono da un ulteriore e più intimo studio, di diventare origine di nuove conquiste della elettrotecnica nel campo pratico. Nel corso della presente relazione abbiamo già segnalato gli apparecchi più degni di nota esposti in cotesta Galleria.

...

La rapida rassegna dei prodotti relativi al gruppo « Elettricità » della Esposizione di Torino ci ha condotti a considerare per molti rami della elettrotecnica i più recenti perfezionamenti in essa introdotti, per modo da riuscire una sintesi del loro stato attuale. Poichè scopo precipuo di ogni Esposizione precisamente è quello di rappresentare il progresso realizzato nelle varie industrie, manifestandone lo stato odierno, possiamo sicuramente ritenere che la Esposizione di Torino del 1911, oltre alle sue alte finalità nazionali, ha raggiunto per la elettrotecnica l'obbiettivo prefissosi.

Alla questione se il nome della nostra Esposizione sarà associato a qualche grande progresso della Elettrotecnica, collegato a invenzioni rese note nel campo scientifico, dobbiamo lasciare la risposta all'avvenire, ma se ci è concesso di formulare un vaticinio, esprimiamo la nostra persuasione che le nuove teorie della Elettricità, il-

lustrate nella Galleria delle Esperienze Elettriche, dagli apparecchi di Augusto Righi, usciti per la prima volta dal suo laboratorio, avranno ad esercitare in un non lontano avvenire una grande trasformazione nella utilizzazione dei fenomeni elettrici.

Coteste nuove teorie, basate su di un più intimo studio della materia e che ebbero nel Righi il più profondo e chiaro illustratore vengono oggi sostituendosi alle antiche, che al tecnico non hanno servito ad approfondire le sue conoscenze intorno alla natura della elettricità, ma hanno bastato a fargli ottenere risultati tali da imprimere un carattere nuovo a tutta una civiltà .

Quali mirabili applicazioni pratiche saprà egli trarre da una più intima e reale conoscenza del fenomeno elettrico!

Esprimiamo vivo l'augurio che la Esposizione nostra, ancora una volta in virtù di un grande scienziato italiano, abbia associato il suo nome a cotesto radioso avvenire, che attendiamo dalla nuova Elettrotecnica.

N. 3.**RECENSIONI**

(I recensori non assumono alcuna responsabilità delle affermazioni e dei giudizi contenuti negli articoli riassunti).

Argomenti diversi.

ROBUT POHL. — *Sulle prescrizioni nazionali ed internazionali per il macchinario elettrico.* — (The Electrician - 8 dicembre 1911).

In un articolo pubblicato nel « The Electrician » dell'8 dicembre u. s. il Sig. Robert Pohl mostra l'importanza dell'immediata revisione delle norme inglesi per il macchinario elettrico, norme che dovrebbero comprendere:

1.° la classificazione dei vari tipi di macchinario con termini tecnici.

2.° la determinazione del lavoro che ogni tipo deve poter fornire.

3.° la indicazione di metodi di prova ben definiti per l'accertamento di detto lavoro.

4.° la limitazione ad un conveniente numero di voltaggi, frequenza, potenza e velocità. — Il far questo sarebbe di inestimabile vantaggio agli utenti ed ai produttori di macchinario elettrico sia perchè si verrebbero ad evitare cause di liti tra le parti, sia perchè si renderebbe possibile la produzione di miglior macchinario a minor prezzo: per ottenere questo però occorre, a differenza di quanto è avvenuto per le norme inglesi del 1904 e 1907, che esse abbraccino tutto il campo delle applicazioni elettriche e che vengano applicate largamente, cosa che, pur troppo, non è avvenuto in Inghilterra, dove si può dire siano rimaste lettera morta: secondo l'autore, sarebbe questa la causa della concorrenza che l'industria continentale, specialmente francese e tedesca, può vittoriosamente fare all'inglese. L'autore invita quindi a dare ampia diffusione alle norme stesse e passa poi in rassegna i vari punti che potrebbero essere oggetto di utili discussioni.

1.° *Potenza.* — Nelle norme vigenti si definisce potenza di una macchina a funzionamento continuo quella che essa può fornire per 6 ore senza superare i limiti di temperatura prescritti; l'autore vorrebbe sostituita la seguente definizione: per potenza di una macchina a funzionamento continuo si deve intendere quella che, con appropriate norme da stabilirsi, essa può sviluppare lavorando continuamente per intere

settimane. La definizione di potenza di una macchina a funzionamento intermittente la vorrebbe pure così modificata: potenza di una macchina a funzionamento intermittente è quella che, con opportune norme da stabilirsi, essa può fornire lavorando intermittenemente per intere settimane con un dato fattore di carico. I fattori di carico potrebbero essere limitati a 3 e cioè $1/2$, $1/4$, $1/6$ secondo l'uso a cui la macchina deve servire.

2.° *Targhette*. — Le norme attuali sembrano all'autore soddisfacenti.

3.° *Classificazione*. — La distinzione dei motori in aperti, protetti, ventilati e chiusi dovrebbe applicarsi alle macchine in generale e vi si dovrebbe aggiungere la categoria *macchine chiuse a prova di fiamma* usate nelle miniere.

4.° *Consumo del collettore*. — Le spazzole di carbone e i poli di commutazione uniti ai perfezionamenti di costruzione hanno reso inutile la tornitura del collettore eccettuato subito dopo la messa in opera; è perciò desiderabile rivedere le norme al riguardo: è questo un argomento adatto per la Commissione Elettrotecnica Internazionale visto che nessun'altro paese ha adottato norme in proposito.

5.° *Scintillio*. — L'autore propone le seguenti norme: non vi deve essere scintillio alle spazzole ad ogni carico compreso il pieno carico; ed al sovraccarico stabilito non si deve avere scintillio troppo nocivo: le spazzole poi, a meno che non sia stabilito diversamente, devono restare fisse col variare del carico. Non è difficile raggiungere queste condizioni e d'altra parte norme simili sono adottate in Francia, Belgio, Germania.

6.° *Capacità di sovraccarico*. — Vi è una larga discrepanza fra le norme inglesi, francesi, belghe e tedesche. Queste ultime fissano per i generatori, motori e convertitori rotanti un sovraccarico del 25 % per $1/2$ ora e per i motori, convertitori rotanti e trasformatori del 40 % per 3 minuti. Le norme francesi e belghe prescrivono 20 % rispettivamente per un periodo uguale a $1/10$ e $1/5$ al funzionamento a pieno carico. Le inglesi invece prescrivono un sovraccarico del 25 % per 2 ore e del 50 % per mezz'ora: le macchine inglesi quindi hanno una potenza del 20 % maggiore di quelle del continente costruite per la stessa potenza nominale. In vista della ventilazione delle macchine moderne un sovraccarico di 2 ore pare inutile onde l'autore propone che sia prescritto il 50 % per 1 ora e il 100 % momentaneamente per le macchine a funzionamento continuo e il 25 % per 5 minuti e il 50 % momentaneamente per quelle a funzionamento intermittente.

7. *Regolarità della tensione*. — La si può definire come la differenza tra la tensione massima e minima, fissata uguale a una percentuale della tensione di pieno carico, quando, rimanendo costante la velocità e fissa la posizione del regolatore, il carico varia da pieno a vuoto. Questa definizione vale anche per le macchine compound in cui la ten-

sione massima si può ottenere per un carico intermedio. Nei generatori compound per tensione costante detta differenza non deve superare il 20 %. Analoga definizione vale anche per gli alternatori.

8.° *Rendimento e fattore di potenza.* — Occorre stabilire a qual carico si debba intendere riferito il rendimento e il fattore di potenza. Nelle ordinarie condizioni pare sufficiente per caratterizzarli il pieno e il mezzo carico. Bisogna poi stabilire con qual metodo si debba misurare il rendimento; pare conveniente, quando non sia stabilito diversamente il metodo di misura delle singole perdite data la sua semplicità e la sua esattezza.

9.° *Isolamento.* — Per questa misura l'autore propone che siano stabilite regole semplici e che per i circuiti a tensione superiore ai 200 volt si usi per la prova una tensione alternativa doppia di quella di esercizio e non mai inferiore ai 1500 volt; per quelli a tensione minore di 200 volt la tensione di 1000 volt alternata. La tensione poi si deve far crescere gradatamente e la massima si deve applicare per 1 minuto.

10.° *Aumento di temperatura.* — Vi è una grande differenza di vedute circa alla più alta temperatura ammissibile. Ricerche fatte dal National Physical Laboratory su fili rivestiti di cotone mostrano che vi è ancoia un largo margine di sicurezza quando si limita la più alta temperatura del campo degli avvolgimenti a 125° C. L'autore suggerisce, di limitare, per gli avvolgimenti dell'armatura delle macchine a corrente continua, e dello statore e rotore di quelle a corrente alternata, la più alta temperatura a 110° C. in vista delle vibrazioni e della grande differenza di potenziale tra strato e strato. Sarebbe bene che la temperatura massima dell'ambiente fosse assunta di 35° come nelle norme tedesche e non di 25° come nelle inglesi. Le norme inglesi permettono un aumento di temperatura di 70° F, circa 40° C, misurato col termometro alla superficie degli avvolgimenti fissi e mobili: il misurare la temperatura alla superficie non è affatto razionale, specialmente data la buona ventilazione ottenuta nelle macchine moderne e perciò le norme del 1907 stabiliscono che si dovesse usare il metodo della resistenza già usato in Germania. In realtà questo secondo metodo non è stato usato, in media, che in un caso su 100 e ciò sia perchè le dette norme sono poco conosciute, sia perchè questo metodo è troppo complicato per la pratica corrente nè d'altra parte è molto razionale dando la misura della temperatura media e non della massima. Il metodo migliore, quando è possibile, è quello di misurare direttamente la temperatura interna lasciando all'uopo, nell'interno e dove si presume la temperatura debba essere massima una fenditura per introdurre il termometro. Si può obiettare che è difficile conoscere esattamente il punto in cui la temperatura è massima, ma un piccolo errore in questo senso non ha importanza nell'uso pratico e d'altra parte misure eseguite con questo metodo hanno dato sempre valori del 12 e 20 % maggiori di quelli ottenuti col metodo della resistenza. Le norme presenti prescrivono che la misura si debba fare dopo sei ore di marcia, per tutte le macchine, qua-

lunque sia la loro potenza: anche questo è poco razionale poichè è noto che le macchine di piccola potenza raggiungono lo stato di regime in meno di 1 ora, mentre quelle di grande potenza e piccola velocità impiegano più di 10 ore: sarebbe bene quindi adottare una regola simile a quella già in uso per i trasformatori che dice che questi vanno tenuti sotto carico fino a quando la loro temperatura non aumenti che di un grado in un'ora. L'autore propone che la prova di pieno carico duri fino a che la temperatura non aumenti che di 1 grado in 1/2 ora; detta temperatura può essere misurata da un termometro unita a una parte fissa della macchina. La durata della prova non dovrebbe, ad ogni modo, essere inferiore a 2 ore.

Assunta la temperatura massima del nucleo dell'avvolgimento di 125°C e quelle degli avvolgimenti distribuiti di 110°C , l'aumento di temperatura ammissibile sarà rispettivamente di $125-35 = 90^{\circ}$ e $110-35 = 75^{\circ}\text{C}$. Siccome la temperatura degli avvolgimenti distribuiti si deve misurare alla superficie occorre tener conto della caduta, circa 20° , che si ha nell'isolante e negli avvolgimenti; aggiungendo 5° per tener conto della diminuita durata della prova, l'aumento massimo da misurare è di 50°C . Nel nucleo dell'avvolgimento il massimo aumento misurato dal termometro interno si può fissare di 75°C poichè 5° si devono togliere per la minor durata della prova e 10° per tener conto dell'errore che si può fare nella scelta della posizione del termometro.

11.° Voltaggio e frequenza. — La British Standard Committee fissa i bassi voltaggi per generatori a 115, 230, 525 volt e per motori a 110, 220, 440, 500 e gli alti voltaggi a 2200, 3300, 6600, 11000 e 2000, 3000, 6000 e 10000 rispettivamente: sarebbe bene eliminare il 115 e 110 lasciandoli soltanto per le dinamo eccitatrici e sostituire 525 e 500 con 580 e 560 essendo questi i valori più usati. La frequenza prescritta per corrente alternata è di 50 periodi al 1" e 25 quando sia necessaria una bassa frequenza: vi sono però molti impianti a 40 periodi, frequenza che ancora può essere usata per impianti di luce e forza.

12.° Potenza e velocità. — Molto opportunamente le norme inglesi fissano una serie di tipi normali di potenze e velocità sopra i 1000 Kw per generatori e i 100 HP per motori: ciò non è fatto nelle tedesche, poichè in Germania si hanno poche grandi case che impongono i loro tipi. Però i tipi normali inglesi sono di potenza troppo grande e poi hanno una sola velocità per ogni potenza e quindi non possono soddisfare alle richieste degli utenti; per rispondere a tutte le esigenze della pratica converrebbe dividere le macchine in tre categorie: a piccola potenza fino a 10 HP, media fino a 750 e grande oltre i 750; nella prima categoria poi la potenza dovrebbe variare, da un tipo all'altro, dal 100 al 50 % e nella seconda del 25 %; nella terza, data la minore richiesta si potrebbe lasciare arbitri i costruttori. I tipi normali sarebbero quindi: per piccoli motori 1/2, 1, 2, 3, 4, 5, 7 1/2 HP, per medii 10, 12 1/2, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 62, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320 HP. Anche la scala delle velocità dovrebbe variare in modo continuo, in modo da ottenere specialmente per le potenze medie, variazioni continue nelle dimensioni. G. M.

Elettrochimica.

A. BROCHET. — *La fissazione dell'azoto atmosferico*. — 2.° parte: *Acido nitrico ed i nitrati*. — (Révue Gén. des Sciences - 15 dic. 1911).

(Vedere le Recensioni contenute nel fascicolo Dicembre 1911)

Per ottenere l'acido nitrico od i nitrati partendo dall'azoto atmosferico si può procedere in numerosi modi che possono classificarsi come segue:

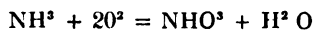
A) Metodi nei quali l'azoto viene fissato direttamente sotto forma di composti ammoniacali; (vedere le Recensioni del fascicolo di Dicembre 1911 degli Atti); in seguito questi composti possono venir trasformati in acido nitrico od in nitrati sia con metodi catalitici, sia con metodi elettrolitici, sia con metodi bacteriologici.

B) Metodi nei quali si ottengono direttamente i nitrati dell'azoto atmosferico, per sintesi diretta.

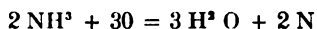
Diremo brevemente dei metodi principali.

A) Trasformazione dell'ammoniaca in acido nitrico.

Metodi catalitici. — Per trasformare in acido nitrico l'ammoniaca ottenuta dall'azoto atmosferico con i metodi accennati nella prima parte di questa monografia basta far combinare l'ammoniaca con la quantità necessaria di ossigeno.



Questa combinazione è teoricamente realizzabile e fortemente esotermica; ma per provocarla occorre elevare assai la temperatura del miscuglio di ammoniaca e di ossigeno, ed allora la reazione che si produce è piuttosto la seguente:



Sicchè si ottiene la decomposizione dell'ammoniaca invece di produrre l'acido nitrico. Tuttavia la presenza di catalizzatori permette di realizzare la 1.^a reazione. Il procedimento Ostwald, che viene attualmente utilizzato a Gerthe, presso Bochum (Westfalia), si fonda sulla proprietà che ha il platino levigato di determinare la 1.^a reazione in luogo della seconda, mentre invece la spugna di platino tende a provocare la seconda. L'esperienza ha mostrato che per ottenere buoni risultati occorre che il miscuglio di ammoniaca e di ossigeno venga a contatto col platino levigato ad una temperatura vicina a 700-800° e per un tempo assai breve (circa un centesimo di secondo).

I catalizzatori Ostwald pare consistano in una coppia di tubi coassiali di cui l'esterno è chiuso ad una estremità: il miscuglio gassoso arriva per lo spazio anulare compreso fra i tubi, attraversa uno strato di foglie di platino opportunamente disposte e esce per il tubo centrale. Questo dispositivo consente anche il ricupero del calore contenuto nei gas che hanno già subito l'operazione da parte del miscuglio freddo che arriva.

Durante l'attraversamento delle foglie di platino si formano vari composti nitrosi, tra i quali principalmente del biossido e del perossido di azoto; occorre perciò trasformare questi gas in acido nitrico, ciò che non presenta difficoltà e si esegue con procedimenti chimici ben noti.

L'officina di Gerthe, installata nel 1908 produce attualmente con questo sistema circa 2500 kg. al giorno di acido nitrico puro, ciò che rappresenta quasi 5 tonnellate del prodotto commerciale a 36° Baumé.

Metodi elettrolitici. — La trasformazione elettrolitica dell'ammoniaca in acido nitrico (o viceversa) può effettuarsi passando per alcuni composti intermedi, quali: l'idrazina, l'idrossilammina, l'acido ipoazotoso e l'acido azotoso; ma può anche effettuarsi più direttamente.

Il metodo più semplice è quello di elettrolizzare la soluzione ammoniacale da trasformare, utilizzando come elettrolito il nitrato di ammonio che si forma; per impedire la reazione inversa (trasformazione dell'acido nitrico in ammoniaca) si aggiungono dei cromati. Per questa via non è necessario ricorrere a bagni elettrolitici suddivisi da diaframmi; tuttavia il nitrito d'ammonio che si forma durante l'elettrolisi è assai instabile e si decompone facilmente dando acqua ed azoto. Finalmente durante l'operazione si decompone in azoto ed idrogeno una parte della stessa ammoniaca che si deve trasformare.

Attualmente questo metodo non è industrialmente utilizzato.

Metodi batteriologici. — Sono i più antichi quelli adoperati nelle nitrificazioni.

Nel 1862 Pasteur attribuì la formazione dei nitrati ad una azione microbica; successivamente Schloesing e Muntz hanno studiato e precisato le condizioni della fermentazione (1877), Winogradsky ha isolato i microbi ai quali essa è dovuta (1890), e Muntz e Lainé hanno fatto vedere come si possa, trasformando razionalmente il vecchio procedimento il cui difetto capitale era la grande lentezza, renderlo applicabile all'industria moderna.

Il concetto del nuovo procedimento consiste nell'utilizzare la torba come supporto dei fermenti nitrici e nell'inaffiarlo, in condizioni determinate, con soluzione di nitrato di ammonio. Durante la fermentazione, però, tende a prodursi oltre all'acido nitrico anche dell'acido solforico; e poichè essa non può avvenire che in ambiente neutro, occorre aggiungere preventivamente alla torba dei calcari che neutralizzino gli acidi man mano che si formano. Il nitrato di calcio così ottenuto potrà essere poi trasformato in nitrato di sodio o di potassio.

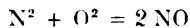
Secondo Muntz e Lainé, da una torbiera di 1000 ettari, dello spessore medio di due metri, contenente il 2% del suo peso di azoto, è possibile

ottenere da 8 a 900.000 tonnellate di nitrato di sodio; sicchè le torbiere produrranno in avvenire quantità enormi di nitrati, che permetteranno di considerare con calma l'eventualità dei giacimenti dell'esaurimento del Cile.

B) Sintesi diretta dei prodotti azotati.

Nel 1784 Cavendish scoprì che l'acqua proveniente dalla combustione dell'idrogeno nell'aria contiene dei composti azotati; lo stesso si può dire dell'acqua che si raccoglie nell'eudiometro, dopo aver provocato la combinazione dell'H con l'O. per mezzo della scintilla elettrica. Ricerche posteriori furono fatte sull'argomento da Perrot (1861), Berthelot (1870), il quale scoprì che la combinazione dell'N con l'O è limitata dalla facilità con la quale si produce la reazione inversa e che la scintilla può essere sostituita benissimo dall'arco voltaico, e Crookes (1892); ma fu solo dopo la scoperta dell'argon che si pensò alla possibilità di fabbricare industrialmente i composti azotati provocando la combinazione diretta dell'N con l'O. Le ricerche principali d'indole tecnica sono quelle di Ph. A. Guye, C. E. Guye, e Naville; quelle di Bradley e Lovejoy (che diedero origine alla prima officina per la fissazione dell'azoto per questa via, l'officina dell'Atmospheric Products C., a Niagara-Falls, chiusa nel 1904), e quelle di Birkeland-Eyde utilizzate dalla Società Norvegese dell'Azoto, che fabbrica attualmente composti azotati a Notodden.

In questa recente sua applicazione all'elettrochimica l'elettricità non ha altro ufficio, almeno così sembra, che quello di produrre comodamente la temperatura elevatissima necessaria all'ottenimento di certe reazioni. Ma del calore ottenuto con la trasformazione dell'energia elettrica ben piccola parte viene realmente utilizzato nella reazione.



che è spesso la principale; i tecnici concordano nel riconoscere che si utilizza generalmente appena dal 2 al 4 % del calore prodotto; però un 30 % di ciò che resta può essere recuperato con sistemi adatti.

I metodi industriali danno oggi con questi procedimenti da 63 a 65 grammi di acido nitrico anidro per Kw-h; cioè da 550 a 600 kg. per Kw-anno; ma queste cifre possono essere elevate, se si eleva la temperatura alla quale avviene la reazione. Secondo Haber a 3200° si potrebbero ottenere anche 820 kg. di acido nitrico per Kw-anno; e si giungerebbe a 1200 kg. circa verso i 4200°. Questo è in relazione con la circostanza che la percentuale di azoto che riesce a combinarsi con l'O cresce con la temperatura; secondo Nernst verso i 2000° la quantità di ossido di azoto che si forma raggiunge l'1 % dell'aria: a 3000° si arriva al 4-5 %.

Per avere, con una quantità data di energia elettrica, la più grande superficie possibile di contatto fra l'arco elettrico ed i gas, ciò che assicura il loro riscaldamento intenso ed uniforme, si sono immaginati numerosi tipi di forni elettrici che differiscono sostanzialmente per la forma dell'arco.

Nel forno Bradley-Lovejoy davanti ad un gran numero di elettrodi fissi, paralleli, ruota un tamburo portante degli altri elettrodi. Gli archi, numerosissimi, scattano in corrispondenza alle coppie di elettrodi vicini; ma poi col ruotare del tamburo gli archi debbono allungarsi e finiscono con lo spegnersi, mentre intanto si sono originati altri archi fra altri elettrodi che a loro volta, sono venuti a contatto. In uno dei tipi di forni il tamburo era fatto ruotare alla velocità di 500 giri al minuto primo e dava origine a circa 7000 archi al secondo, che si spegnevano dopo aver raggiunto la lunghezza di 15 cm. circa.

Nel forno Schönherr, usato in Norvegia dalla Badische Anilin und Soda-fabrik si utilizzò il principio che se si fa scattare un arco fra due elettrodi verticali, l'uno collocato sul prolungamento dell'arco e se la tensione è tale che l'arco possa tenersi molto lungo, l'arco propriamente detto assume la forma di una colonna luminosa che però, sotto l'azione di un getto di aria opportunamente inclinato rispetto l'asse dei carboni, prende facilmente un moto elicoidale che facilita grandemente il contatto fra l'arco ed il gas circostante.

Facendo invece scattare l'arco fra elettrodi a corna, in modo analogo a quello che avviene nei parafulmini detti appunto a corna, l'arco che nasce in basso, dove gli elettrodi sono vicini, tende ad allungarsi elevandosi e finisce col rompersi se la tensione è insufficiente. Un dispositivo di questo genere permette dunque di ottenere degli archi a ventaglio aventi una superficie di contatto con l'aria assai estesa; è quello che hanno adottato Guye e Naville, i quali si servono anche dell'azione soffiante di un getto di aria che viene lanciato verso l'alto, in mezzo all'arco, da un tubo che sbocca in prossimità della più breve distanza fra gli elettrodi. In uno dei forni costruiti, di 50 Kw. (5000 volt a 10 ampere), composto dell'insieme di 5 archi a ventaglio, la lunghezza totale della fiamma raggiunge i 5 metri.

Archi a ventaglio sono pure adottati dalla Salpetersäure Industrie Aktiengesellschaft di Gelsenkirchen, che utilizza i brevetti Pauling; e pure a ventaglio è il forno Helbig che utilizza direttamente la corrente trifasica: è costituito da un sistema da tre elettrodi a corna, disposti a triangolo, fra i quali scattano tre archi che nel loro insieme prendono la forma di una piramide triangolare ad asse verticale, e col vertice in basso.

Invece di soffiare l'arco con una corrente d'aria si può soffiare elettromagneticamente ricorrendo al fatto che l'arco si comporta (Plücker) come una corrente mobile che viene deviata dai campi magnetici. Nel forno Birkeland-Eyde gli elettrodi sono situati nell'interno di una scatola cilindrica piatta di muratura secondo un diametro parallelo alle basi. Un potente elettromagnete produce un campo diretto invece normalmente alle basi. Facendo allora scattare l'arco ed eccitando il magnete, l'arco tenderà a spostarsi in senso normale tanto alla direzione della corrente che alla direzione del campo; tenderà cioè a spostarsi parallelamente alle basi del forno, assumendo la forma di un ventaglio. Se l'arco è a corrente alternata ed il magnete è percorso da una corrente continua, è chiaro che l'arco verrà soffiato alternativamente da una parte e dall'altra degli

elettrodi a seconda del senso della corrente, con frequenza identica a quella della corrente. L'arco assume, per l'occhio, l'aspetto di un disco completo, formato in realtà da tanti mezzi dischi che si seguono con grande rapidità da una parte e dall'altra dei carboni. Alcuni di questi forni Birkeland-Eyde assorbono circa 3000 Kw ciascuno.

Finalmente se gli elettrodi sono coassiali (un cilindro pieno collocato dentro un tubo, secondo l'asse: gli elettrodi sono rispettivamente il cilindro ed il tubo) in guisa che l'arco si formi in senso normale all'asse e se si produce un campo magnetico diretto secondo l'asse del tubo l'arco verrà sollecitato a girare intorno all'asse, mantenendosi sempre in senso radiale. La velocità di rotazione si può regolare, agendo sull'intensità del campo magnetico, in guisa da ottenere un contatto assai buono fra arco e l'aria che circonda nello spazio anulare compreso fra gli elettrodi. Questo è lo schema dei forni Mosciki, adoperati a Neuhausen dalla Aluminium Industrie Gesellschaft.

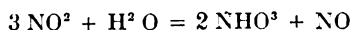
Lo schema dell'installazione di Notodden, nella quale si utilizza il forno Birkeland-Eyde è il seguente. L'aria aspirata da un ventilatore viene diretta nell'interno del forno elettrico dove avviene la formazione di NO; ma all'uscita essa viene immediatamente raffreddata a 1200° per evitare che si produca la reazione inversa. All'uscita da questo refrigerante l'aria passa a riscaldare delle caldaie che forniscono il vapore occorrente per i diversi servizi accessori dell'officina; ma perchè la loro temperatura è ancora alta (250° circa), passa in un refrigerante tubulare di alluminio che la porta a 50° circa.

L'aria, viene allora mandata successivamente in tre torri di granito, riempite di quarzo in pezzi, nelle quali cade lentamente una pioggia di acqua (l'acqua circola in senso inverso all'aria) che si carica di vapori nitrosi e di acido nitrico. Le reazioni che avvengono sono le seguenti. Al disotto di 600° l'NO che si è formato si trasforma in perossido d'azoto (di colorazione fortemente gialla).



che in parte si polimerizza trasformandosi in N^2O^2 (incolore).

In contatto con l'acqua tanto l' NO^2 che l' N^2O^4 si trasformano in acido nitrico e ossido d'azoto:



(l' N^2O^4 dà una reazione analoga); l'ossido d'azoto torna a trasformarsi in NO^2 a contatto con l'aria e così via.

Le soluzioni di acido nitrico che escono dalle torri contengono circa il 25 % del loro peso di NHO^3 ; inviate sopra dei calcari si caricano di nitrato di calcio che poi si può estrarre concentrando le soluzioni nel vuoto (metodo Kestner).

Mediante procedimenti accessori è possibile utilizzare anche i gas nitrosi che non si fossero disciolti nell'acqua che cade nelle torri.

La fabbricazione dei nitrati al forno elettrico è attualmente localizzata, si può dire, in Norvegia dove le forze elettriche impiegate a questo scopo saliranno fra breve a circa 500.000 cavalli. I procedimenti impiegati sono il procedimento Birkeland-Eyde e quello Schönherr.

Tentativi importanti si fanno a Rheinfelden (dalla Chemische Fabrik Griesheim-Elektron) e nell'alta Baviera; sull'Alz presso Innsbruck, nell'officina Patsch, sono in azione 24 forni Pauling che assorbono circa 25000 Kw.; forni dello stesso tipo sono installati a Legnano, in Italia; una installazione Pauling di 9 forni da 500 Kw funziona a Roche de Rame, presso Briançon.

In Svizzera si stanno facendo attualmente tentativi per utilizzare il procedimento Guye e Naville a Vernier (presso Ginevra) ed il procedimento Helbig a Gampel.

U. B.

Impianti.

K. HOHAGE. — *I disturbi causati dalle linee ad alta tensione sugli impianti telegrafici e telefonici.* — (E. T. Z.) - Dicembre 1911, pag. 1295).

Per molti decenni i disturbi degli impianti a corrente intensa sui circuiti a correnti deboli hanno potuto vittoriosamente essere combattuti mediante l'applicazione delle norme stabilite dalle Amministrazioni dei telegrafi e dal V. D. E. intese principalmente ad impedire l'utilizzazione della terra come circuito di ritorno per le correnti intense, a stabilire distanze minime fra i fili dei due circuiti, a disciplinare gli attraversamenti, ad inserire valvole opportune sui circuiti minacciati, e a rendere difficile il contatto delle persone coi fili caduti accidentalmente sotto tensione.

Disturbi aventi per origine l'induzione si generavano allora piuttosto tra le linee telefoniche parallele o si trasmettevano da circuiti telegrafici a circuiti telefonici.

Ma coll'estendersi degli impianti ad alta tensione e della trazione a corrente alternata il problema assunse ben maggiore importanza, al pericolo d'un eventuale contatto essendosi aggiunto quello ben più frequente di disturbi induttivi sui circuiti telegrafici e telefonici; per questa ragione da qualche anno è sorto in seno al V. D. E. una Commissione si occupa appunto di questo problema, e una Commissione ha anche nominato la conferenza internazionale degli Ingegneri dei Telegrafi che si è riunita l'anno scorso a Parigi, Conferenza che ha emesso il voto che vengano stabiliti i limiti minimi delle esigenze tecniche da richiedere per assicurare la regolarità di funzionamento degli impianti a corrente debole nel caso che questi cadano sotto l'azione degli impianti industriali.

L'ingegnere dei Telegrafi Braun ha già reso conto nel 1908 di interessanti ricerche in proposito eseguite per cura dell'Amministrazione te-

legrafica tedesca, e in seguito a questa comunicazione nuovo impulso riceveranno le ricerche delle ditte private, le quali disponendo in generale di linee telefoniche proprie montate sui medesimi pali delle trasmissioni industriali, e non destinate a servizio pubblico, si trovano nelle migliori condizioni per eseguire ricerche di questo genere.

I disturbi, di cui oggi è qui questione possono dividersi in tre categorie, in quelli cioè dovuti al contatto elettrico fra i due circuiti (sia immediato, sia mediatamente attraverso rami d'alberi o corde di cervi volanti) in quelli dovuti all'induzione elettromagnetica e in quelli dovuti all'induzione elettrostatica.

Le forze elettromotrici indotte per effetto dell'induzione elettromagnetica dipendono essenzialmente dalla reciproca posizione del filo indotto e di quelli che costituiscono il circuito induttore, dalla lunghezza della linea, dall'intensità della corrente induttrice e dalla sua frequenza o piuttosto da quella delle sue armoniche.

Ci si rende invece più facilmente conto dell'induzione elettrostatica considerando la capacità in giuoco fra il filo indotto e la terra e fra il filo indotto e ciascuno dei fili della trasmissione, qui non entrando invece direttamente nel problema nè la corrente, nè la frequenza, nè la lunghezza della linea, eccetto per quei tratti eventuali della linea telefonica, che pur non essendo soggetti alla diretta induzione della trasmissione, concorrono ad aumentare la capacità fra la linea telefonica stessa e la terra.

Nella ricerca d'una disposizione, che annulli questi fenomeni d'induzione, posizione, che certamente deve esistere, non va però dimenticato, che la linea telegrafica o telefonica, deve anche funzionare, quando si turbi, per esempio per la formazione d'una terra, il funzionamento della trasmissione.

Ad evitare correnti d'equilibrio nel circuito indotto bisogna prima di tutto che questo sia intieramente metallico, e che i due fili mediante frequenti permutazioni sieno completamente simmetrici sia rispetto al campo elettromagnetico, che a quello elettrostatico, così che le forze elettromotrici indotte nei due fili essendo eguali e egualmente dirette nello spazio si compensino nel circuito esattamente; ma anche raggiunto questo scopo, resta essenziale per il buon funzionamento della trasmissione telefonica il buon isolamento dell'intero circuito, perchè basta un difetto di isolamento per produrre egualmente correnti di equilibrio, tanto maggiori quanto più è elevata la frequenza (e in genere si tratta di quella delle armoniche superiori) e la capacità cioè la lunghezza della linea indotta.

Ma anche con una quasi perfetta simmetria dei circuiti e con un buon isolamento difficilmente si evitano correnti di equilibrio, poichè tensione e corrente non si mantengono sull'intera lunghezza della trasmissione industriale assolutamente costanti, e quindi, a meno d'una permutazione assai ravvicinata dei fili telefonici una perfetta simmetria non è raggiungibile; specialmente apparecchi telefonici inseriti in serie sarebbero sempre soggetti a disturbi, (apparecchi telefonici che pure su tutta la linea devono essere eguali e distribuiti anch'essi simmetricamente).

Generalmente è ben facile distinguere l'induzione elettrostatica da quella elettromagnetica, normalmente di questa assai più grave e di più difficile rimedio; essa evidentemente sussiste anche quando la linea industriale, pure essendo sotto tensione, è senza corrente; interessante l'esperienza in proposito raccolta sulla Seebach-Wettingen, dove la tensione praticamente sinusoidale dei generatori non dava luogo a sensibili disturbi, che si manifestavano invece non appena sulla linea marciavano locomotive con motori a collettore; disturbi di origine elettrostatica, malgrado la prima apparenza, perchè si presentavano anche quando la corrente assorbita dalle locomotive stesse non passava per il tratto di linea induttore sulla linea telefonica.

I disturbi di origine elettromagnetica possono essere facilmente evitati mediante il doppio filo e le frequenti permutazioni.

L'influenza dell'induzione elettrostatica si riduce colla distanza delle due linee secondo una legge parabolica.

In conseguenza dei disturbi ora considerati possono le linee e gli apparecchi diventare pericolosi alle persone, possono gli apparecchi stessi essere danneggiati, possono le comunicazioni essere ostacolate, ciascuno di questi inconvenienti richiedendo i propri rimedi.

Al primo scopo, negli apparecchi telefonici moderni di diversi costruttori, si usa separare nettamente la parte metallica degli apparecchi stessi, che può, per esempio, per effetto d'un contatto, cadere sotto tensione, dalle altre che l'operatore deve necessariamente toccare, e ciò a in più modi, mediante tubi di gomma, abbondanti strati isolanti e opportune trasmissioni meccaniche, anch'esse convenientemente isolanti; precauzione importante, quando si adoperino nella costruzione tavolette di legno, essendo quella di mettere a terra tutte le parti metalliche dell'apparecchio, che non facciano parte dei circuiti, affine che non prendano per induzione elettrostatica attraverso il legno stesso potenziali pericolosi.

A proteggere gli apparecchi dalle conseguenze delle facili sovratensioni presto si mostrarono insufficienti i tipi ordinari di costruzioni telefoniche; così alle solite valvole d'ingresso si dovettero sostituire valvole per alta tensione, lasciando sussistere soltanto in serie colle precedenti le valvole in filo sottilissimo d'argento destinate a salvare gli apparecchi da correnti deboli ma troppo persistenti; disadatti risultarono pure gli ordinari scaricatori, che o funzionavano continuamente a cagione delle più elevate forze elettromotrici indotte, o mettevano a maggior rischio gli apparecchi, se ne veniva ridotta la sensibilità: ne risultò quindi la necessità di aumentare negli strati isolanti degli avvolgimenti l'isolamento e la rigidità dielettrica e di costruire anche i quadri relativi ai telefoni e le connessioni tutte con le stesse norme in uso per le correnti intense.

Per la protezione delle bobine dalle sovratensioni ha dato buon risultato l'impiego in parallelo colle bobine da proteggere di valvole nel vuoto, a scaricare le maggiori sovratensioni provvedendosi con un ordinario scaricatore a ponte accoppiato a una piccola bobina di reazione.

Una diversa ed efficace misura di protezione è stata anche applicata,

per esempio da Siemens, coll'inserzione fra la linea e l'apparecchio di un opportuno trasformatore, i due avvolgimenti potendo anch'essere eventualmente separati da una lamina metallica messa a terra, con tale dispositivo ottenendosi il grande vantaggio di poter sopprimere i tubi di gomma interposti per ragioni di sicurezza fra l'operatore e il microfono e il ricevitore (*); la Siemens ha però fatto comandare direttamente dalla linea la suoneria per evitare un eccessivo spreco di energia nelle chiamate.

Quanto finalmente ai tentativi per abbassare il potenziale dei fili telefonici si è dimostrato praticamente inefficace l'espedito di stendere parallelamente ai fili stessi un filo ausiliario messo a terra; più efficace invece si è dimostrata l'inserzione, applicabile però soltanto nel caso di linee telegrafiche, di opportuni condensatori fra i fili stessi e la terra, e anche l'inserzione di bobine di reazione fra i fili e la terra così disposte da offrire facile passaggio a terra delle correnti di carica, senza chiudere in corto circuito i fili telefonici fra loro (**).

A rendere difficile la trasmissione telefonica contribuiscono, come già accennato, soprattutto le armoniche superiori delle forze elettromotrici indotte, per le quali anche intensità di corrente dell'ordine di 10^{-7} ampere riescono al telefono apprezzate: un inconveniente di questa natura si manifestò per esempio nei telefoni dell'impianto di alaggio elettrico del canale di Teltow come effetto del funzionamento del collettore delle convertitrici, a riparare il quale risultò solamente abbastanza efficace un accurato rimaneggiamento della linea telefonica con un grande aumento delle permutazioni dei fili.

Nei casi più difficili si può però affermare che un funzionamento assolutamente soddisfacente non può essere ottenuto che coll'impiego di cavi a doppio conduttore aventi l'armatura metallica messa a terra.

G. R.

Libri pervenuti in dono alla Biblioteca Centrale.

- I. BRUNELLI. — *La costruzione delle linee elettriche aeree, con un'appendice sui cavi aerei sotterranei e sottomarini*. — Roma 1912 (edito a cura dell'Autore).

Il libro, di oltre 300 pagine con numerose figure, è dedicato quasi esclusivamente allo studio delle linee aeree, l'appendice sui cavi non occupando che una trentina di pagine.

Lo studio delle linee aeree è diviso in tre parti principali: la prima parte tratta dei materiali di linea, raccoglie cioè le caratteristiche meccaniche dei materiali adoperati; comincia dalle proprietà dei fili e delle

(*) Una disposizione simile è stata adottata in Italia dal Perego.

(**) Sono gli smorzatori elettrostatici del Perego.

corde metalliche, del loro modo di fabbricazione, dei requisiti che devono richiedersi nei capitolati, dal modo di verificarli all'atto del ricevimento e del collaudo; esamina in seguito il problema degli isolatori, accennando ai materiali primi più adoperati, ai sistemi di fabbricazione, alle forme ideate per le diverse applicazioni, alle prove, cui possono essere sottoposti; passa finalmente a trattare dei supporti e dei sostegni, trattenendosi in particolar modo sui pali di legno e sui diversi sistemi di iniezione, pure senza trascurare i vari tipi di pali in ferro e in cemento armato, e mettendo in fine in rilievo l'influenza del prezzo di acquisto, di trasporto e di messa in opera, della spesa annua di manutenzione e della durata presumibile dei pali sul confronto economico di tipi diversi di sostegni: questa prima parte è completata da un breve accenno ai materiali eventualmente richiesti per rinforzare il sostegno, come nel caso di tiranti e di puntelli, o per costituire sostegni speciali, come nel caso di mensole a muro, di paletti, di cavalletti e di mensole per la trazione elettrica.

La seconda parte investe l'interessante problema dello studio meccanico della linea, successivamente trattando della stabilità del filo e della stabilità dei sostegni; per la stabilità del filo considera prima l'equilibrio d'un filo sospeso tra due punti per poi stabilire l'influenza delle variazioni di temperatura, del sovraccarico della neve e del gelo e dell'urto del vento; per gli appoggi studia la sollecitazione trasmessa dai fili ai sostegni sia in rettilineo che in corrispondenza ai sostegni d'angolo e di arresto, e la sollecitazione provocata dal vento sui pali stessi: così arrivato alla determinazione complessiva del momento flettente, l'Autore passa a considerare l'attitudine del palo a resistere in dipendenza della sua natura e delle sue dimensioni geometriche, per dedurre infine i criteri, per commisurare il tipo e le dimensioni del sostegno agli sforzi che è chiamato a sostenere; questa parte è chiusa dai calcoli relativi alle corde portanti dei cavi aerei, e alle sospensioni trasversali e longitudinali (a catenaria) del filo di lavoro nella trazione elettrica, e dai calcoli per la stabilità dei pali a mensola, dei paletti e delle fondazioni dei pali metallici.

La terza parte studia finalmente l'impianto della linea separatamente per quanto riguarda i lavori preliminari e l'esecuzione effettiva della trasmissione: considera quindi dapprima la scelta del tracciato nei diversi casi, che nella pratica si possono presentare, la determinazione della portata media più opportuna, il riconoscimento del terreno e dei suoi punti particolari, la preparazione del progetto e del preventivo relativo, del quale unisce alcuni esempi numerici, e la preparazione dei lavori sul terreno: si occupa poi della messa in opera dei pali, della posa del filo e dei lavori complementari: fa quindi una breve digressione sul miglior modo di disporre i fili delle varie linee per diminuire i fenomeni di induzione mutua, per tornare poi ad occuparsi dei casi speciali di attraversamenti, di incroci, di ingressi in luoghi chiusi, di raccordi con cavi e simili. Un ultimo capitolo considera la costruzione delle linee di lavoro per la trazione elettrica accennando ai diversi sistemi più in uso e presentando anche alcuni esempi di preventivi.

L'appendice che chiude il trattato non è già destinata a sviluppare l'argomento dei cavi con quella ampiezza, che esso altrimenti richiederebbe, ma soltanto a raccogliere quelle notizie principali sui cavi, che deve conoscere anche chi si dedichi soltanto alla costruzione delle linee aeree; essa non contiene perciò che la descrizione sommaria dei principali tipi di isolamenti e di armature e le nozioni fondamentali sulla posa dei cavi aerei e sotterranei; contiene inoltre, perchè dedotte in base alle stesse formule ricavate dall'Autore per l'equilibrio d'un filo sospeso, uno studio critico molto interessante sulla posa dei cavi sottomarini e sulla questione dell'imbandito, cioè sulla maggior lunghezza di cavo da svolgere in confronto alla distanza da coprire, affinchè sia dovunque possibile il risollevarlo del cavo in seguito a guasti eventuali.

Come risulta dal riassunto ora brevemente tracciato, il libro si occupa pressochè esclusivamente dal lato costruttivo del problema; questo è certamente uno dei suoi pregi maggiori, e che meglio lo raccomandano all'attenzione degli elettricisti, che hanno assai spesso sott'occhio studi relativi al lato elettrico del problema delle trasmissioni, mentre quando devono imprendere lo studio meccanico del medesimo problema, o lo trascurano ritenendolo di poca importanza, o sono obbligati a ricorrere ai trattati classici di scienza delle costruzioni, che generalmente accennano appena ai problemi relativi alla stabilità dei fili sospesi e al calcolo dei sostegni perchè pressati da applicazioni, se non più difficili, certo più ardite e appariscenti.

Ma questo di richiamare gli elettricisti su problemi, che qualche volta trascurano, non è il solo merito del trattato: un secondo merito infatti risiede nella scelta giudiziosa della materia, per cui manca ogni traccia di quella inutile erudizione, che raddoppia di solito, se qualche volta non triplica senza vantaggio, l'ampiezza di tanti trattati; in altre parole nel libro in esame c'è quanto basta per risolvere ogni difficoltà costruttiva, che possa presentarsi nella costruzione delle linee, e non c'è nulla di più.

Un terzo merito ancora è la chiarezza e la semplicità dell'esposizione, l'applicazione pratica anche in questo campo dei minimi mezzi per arrivare al risultato voluto; questo principio ha permesso all'Autore di rinunciare agli artifici del calcolo ogni qual volta era possibile dimostrare l'asserto con quei procedimenti elementari, che ad ogni passo fruiscono del vantaggio di un'immediata interpretazione fisica del procedimento analitico.

Un ultimo pregio finalmente discende dalla circostanza che il trattato rappresenta in gran parte il risultato dell'esperienza personale dell'Autore, che, come è noto, è un tecnico egregio, che per lunghi anni ha dedicato gran parte della sua attività alla costruzione di linee telegrafiche e telefoniche.

Non vorrei che si potesse ritenere che questi elogi mi fossero anche soltanto parzialmente ispirati dalla cordiale amicizia, che mi lega all'Autore, anzichè soltanto dal grande valore intrinseco del libro in esa-

me, poichè, sono anzi disposto ad ammettere, che appunto la reale presenza di questi pregi, ha generato qualche difetto, che esporrò con la consueta franchezza, affinchè l'Autore, se si troverà d'accordo con me, li elimini da una successiva edizione.

Così se è degno di lode il criterio di avere astratto nella trattazione dell'argomento quasi da ogni considerazione d'indole elettrica, esso non è da per tutto di facile applicazione, come per esempio nel caso degli isolatori, e più decisamente ancora nel caso dei cavi, dove le esigenze elettriche contribuiscono indissolubilmente coll'esigenze meccaniche a stabilire il materiale, le forme e le dimensioni; non va però dimenticato, che quanto ai cavi l'Autore si è deliberatamente limitato a un semplice cenno sommario.

Così se è altamente lodevole l'aver rinunciato ad ogni esibizione di erudizione prolissa nel testo del trattato, non è men vero che sarebbe stato qualche volta utile relegarla, anzichè proprio in soffitta, in qualche nota bibliografica alla fine dei singoli capitoli; trattando per esempio della stabilità d'un filo sotto l'influenza delle vicissitudini atmosferiche. L'Autore non fa alcun cenno, e forse non a torto, degli abbachi che sono stati più volte proposti per facilitare i calcoli relativi: pure qualche volta può non essere inutile conoscere la loro esistenza ed aver una guida per rintracciarli; una guida bibliografica può anche per esempio esser utile per aver sotto gli occhi quegli altri tipi di sospensione a catenaria per trazione elettrica, che l'Autore, per ragioni evidenti di proporzione e di spazio, non ha potuto accogliere nel suo trattato; altri esempi del genere si potrebbero naturalmente ancora riportare.

Il pregio stesso di essere il libro frutto essenzialmente dell'esperienza personale di chi lo ha redatto, ha portato l'Autore qualche volta, rara del resto, a proporzionare lo spazio dedicato ai vari argomenti piuttosto secondo l'entità della pratica fattane che secondo la loro reale importanza relativa, concedendo troppo spazio ad alcuni dettagli delle linee telegrafiche e troppo poco ad altri delle linee industriali, troppo per esempio ai tiranti e ai puntelli e troppo poco ai fili di guardia e alla messa a terra dei pali metallici.

Prima di terminare questa recensione devo dedicare una riga alle ultime pagine del volume, laddove si tratta della posa dei cavi sottomarini e della determinazione dell'imbandito; in esse brilla in modo speciale la felice facoltà dell'Autore di rendere in forma piana ed evidente anche argomenti per sè discretamente complicati, come lo dimostrano le astruse trattazioni che presenta in proposito la letteratura; direi però che queste ultime pagine, che hanno piuttosto il carattere di una memoria scientifica, atta ad interessare soltanto un ristretto cerchio di lettori, male si adatta al carattere del trattato, che può considerarsi invece destinato alla generalità dei tecnici, e avrebbe quindi trovato sede più opportuna nelle riviste tecniche specializzate.

Queste osservazioni nulla tolgono al valore complessivo del libro, che è originale, concettoso, e, quel che più importa, praticamente utilissimo.

G. REVESSI.

N. 4.

INDICE

dei più importanti articoli pubblicati nei periodici posseduti
dalla Biblioteca Centrale

(Vedi elenco delle abbreviazioni usate per i periodici a pag. 93 del presente fascicolo).

Accumulatori e pile.

- *Gli accumulatori stazionari e trasportabili.* — H. BECHMANN. — (Lum. El. 11 nov. 1911, Vol. XVI, N. 45, p. 173).
- *L'accumulatore alcalino ferro-nichel.* — F. A. MONTPELLIER. — (Lum. El. 25 nov. 1911, vol. XVI, N. 47, p. 214).

Applicazioni diverse.

- *L'elettricità e la locomozione aerea.* — P. CHASSÉRIAND. — (Lum. El. 28 ott., 1911, Vol. XVI, N. 43, p. 103).
- *Le applicazioni dell'elettricità nella navigazione: azionamento del timone.* — MARCHAND. — (Cos., P., 2 dic. 1911, Vol. 60, N. 1401, p. 626).
- *L'elettricità nei sottomarini.* — A. BIZZI. — (Riv. tec. d'el., 23 nov., 1911, Vol. XXXVII, N. 1546, p. 326).
- *Azionamento elettrico dei laminatoi in Nord-America.* — A. DYCKERHOFF. — (El. Krb. Ba., Mü. 4 nov. 1911, Vol. IX, N. 31, p. 621).
- *Lampade a carbone per il riscaldamento.* — D. SMEATON MUNRO. — (El. Rev., L., 17 nov., 1911, Vol. 69, N. 1773, p. 172).
- *L'insegnamento dell'elettricità all'istituto Pratt di Brooklyn (New York).* — L. FABRE. — Lum. El. 28 ott. 1911, Vol. XVI, N. 43, pag. 99).
- *Ricerche sulle oscillazioni del mare nelle coste di Sicilia.* — G. PLATANIA. — N. C., Anno LVII, N. 11, novembre 1911, p. 349).
- *Utilizzazione delle immondezze nelle officine elettriche.* — E. FODOR. — (Lum. El., 18 nov. 1911, Vol. XVI, N. 46, p. 198).
- *La produzione e l'utilizzazione dell'ozono in Europa.* — J. B. C. KERSHAW. — (El. W., N. Y., 11 nov. 1911, Vol. 58, N. 20, p. 1192).
- *Notizie sulle pompe.* — W. H. WAKEMAN. — (El. W., N. Y., 4 nov. 1911, Vol. 58, N. 19, p. 1124).
- *Annualità di assicurazione contro gli incendi negli impianti elettrici.* — C. J. WILLIAMS. — (El. W., N. Y., 4 nov. 1911, Vol. 58, N. 19, p. 1145).

- *Il ricupero da un punto di vista commerciale.* — J. G. V. LANG. — (El. W., N. Y., 28 ott. 1911, Vol. 58, N. 18, p. 1064).
- *Le condizioni presenti del Brasile e la possibilità di future relazioni commerciali colla Gran Bretagna.* — C. E., BEST e H. L. PARROTT. — (El. Rev., L. 10 nov. 1911, Vol. 69, N. 1772, p. 894).
- *Comando a distanza dei battelli secondo Wirth.* — KAREIS. — Elek., W. 10 nov. 1911, Vol. 30, N. 21, p. 269).
- *Esame sperimentale del freno Pasqualini.* — J. M. G. SCHEFFER. — (El. u. Masch., W. 12 nov. 1911, Vol. XXIX, N. 46, p. 935).
- *Pompe per gas e compressori.* — DIERFELD. — (El. Krb. Ba. Mü. 24 novembre 1911, Vol. I, N. 33, p. 671).
- *Il dirigibile della Siemens-Schuckert ed il suo hangar.* — O. KRELL. — (El. Krb. Ba., Mü., 24 nov. 1911., Vol. IX, N. 33 p. 661).
- *Lo stato attuale e lo sviluppo futuro del riscaldamento elettrico.* — C. A. ROSSÄNDER. — (Lum. El. 25 nov. 1911, Vol. XVI, N. 47, p. 233).
- *Sulla deposizione del carbonio sotto forma di diamanti.* — W. v. BOLTON. — (Z. El. ch., H., 15 nov. 1911, Vol. 17, N. 22, p. 971).
- *Contributo alla conoscenza dell'industria elettrochimica in Italia.* — H. GROSSMAN. — (Z. El. ch., H., 15 nov. 1911, Vol. 17, N. 22, p. 967).
- *Notizie sulla preparazione elettrolitica del persolfato.* — A. BLUMER. — (Z. El. ch., H., 15 nov. 1911, Vol. 17, N. 22, p. 965).
- *Variazioni di resistenza del mercurio e delle amalgame di bismuto nel campo magnetico.* — G. ROSSI. — N. C. novembre 1911, anno LVIII, N. 11, p. 337).
- *Sulla dispersività in relazione ad una assegnata frequenza.* — U. CISTOTTI. — N. C., anno LVII, N. 11, novembre 1911, p. 360).
- *Le mie esperienze e quelle di E. Branly sulla conduttività elettrica delle limature metalliche.* — T. CALZECCHI-ONESTI. — N. C., novembre 1911, anno LVII, N. 11, p. 387.
- *La sterilizzazione dell'acqua coi raggi ultravioletti.* — M. RECKLINGHAUSEN. — (Riv. Tec. d'el., 9 nov. 1911, Vol. XXXVII, N. 1544, p. 296).
- *Semplice dimostrazione del teorema di Poynting.* — J. F. H. DOUGLAS. — (Ph. Rev., N. Y., ott. 1911, Vol. XXXIII, N. 4, p. 32).
- *Le eccezioni dalla legge di Hooke.* — J. C. SMELLWOOD. — (Ph. Rev., N. Y., ott. 1911, Vol. XXXIII, N. 4, p. 317).
- *La distillazione delle amalgame e la purificazione del mercurio.* — G. A. HULETT. — (Ph. Rev., N. Y., ott. 1911, Vol. XXXIII, N. 4, p. 307).
- *L'effetto termomagnetico trasversale nel Nichel e Cobalto.* — A. W. SMITH. — (Ph. Rev., N. Y., ott. 1911, Vol. XXXIII, N. 4, p. 295).
- *La magnetizzazione del Cobalto come funzione della temperatura e la determinazione del suo campo magnetico intrinseco.* — W. W. STIFLER. — (Ph. Rev., N. Y., ott. 1911, Vol. XXXIII, N. 4, p. 268).
- *Alcune proprietà termodinamiche dell'aria e dell'anidride carbonica.* — A. G. WORTHING. — (Ph. Rev., N. Y., ott. 1911, Vol. XXXIII, N. 4, pagina 217).
- *Generatori a tre fili.* — M. VIDMAR. — (El. u. Masch., W., 3 dic. 1911, Vol. XXIX, N. 49, p. 1004).

Illuminazione.

- *Le condizioni di esistenza dell'arco fra carboni.* — A. OCCHIALINI. — N. C., novem. 1911, anno LVII, N. 11, p. 329).
- *Proposta per un campione assoluto d'illuminazione.* — R. A. HOUSTON. — (Ill. Eng., L., nov. 1911, Vol. IV, N. 11, p. 618).
- *Il costo dell'illuminazione ad arco.* — W. E. REED. — (Am. Inst. E. E., nov. 1911, Vol. XXX, N. 11, p. 2423).
- *Illuminazione richiesta da occhi differenti per poter leggere.* — J. R. CRAVATH. — (El. W., N. Y., 11 nov. 1911, Vol. 58, N. 20, p. 1199).
- *Prove di durata e di intensità delle lampade ad incandescenza.* — G. S. MERRILL. — (El. W., N. Y., 4 nov. 1911, Vol. 58, N. 19, p. 1144).
- *Luce riflessa del pavimento.* — J. R. CRAVATH. — (El. W., N. Y., 23 ott. 1911, Vol. 58, N. 18, p. 1070).
- *La dipendenza dell'acuità visiva dalla lunghezza d'onda.* — M. LUCKIESH. — (El. W., N. Y., 18 nov. 1911, Vol. 58, N. 21, p. 1252).
- *Scelta del riflettore e dell'altezza di sospensione nell'illuminazione stradale a lampade a filamento metallico.* — L. BLOCH. — (El. u. Masch., W., 3 dic. 1911, Vol. XXIX, N. 49, p. 999).

Impianti.

- *L'utilizzazione del calore nelle centrali elettriche.* — O. GOERTZ. — (El. Kib. Ba., Mü., 4 nov. 1911, Vol. IX, N. 31, p. 630).
- *Nuovi risultati della statistica delle centrali elettriche in Austria.* — L. ROSENBAUM. — (El. u. Mesch., W., 19 nov. 1911, Vol. XXIX, N. 17, pag. 960).
- *Ventilazione delle armature.* — W. H. F. MURDOCH. — (El. Rev., L., 3 nov. 1911, Vol. 69, N. 1771, p. 730).
- *Prove d'isolamento sulle macchine elettriche.* — A. P. M. FLEMING e R. JOHNSON. — (El. Rev. L., 17 nov. 1911, Vol. 69, N. 1773, p. 842).
- *Rappresentazione grafica delle spese di una centrale elettrica.* — H. E. EISENMENGER. — (El. W., N. Y., 4 nov. 1911, Vol. 58, N. 19, p. 1126).
- *Freccia e tensione nelle linee aeree.* — A. STILL. — (El. W., N. Y., 11 novembre 1911, Vol. 58, N. 20, p. 1188).
- *Pozzetti in cemento armato per le canalizzazioni elettriche.* — W. P. MUNGER. — (El. W., N. Y., 11 nov. 1911, Vol. 58, N. 20, p. 1199).
- *Le reti sotterranee ad alta tensione unite metallicamente alle linee aeree.* — J. GROSSELIN. — (Lum. El., 18 nov. 1911, Vol. XVI, N. 46, pagina 195).
- *Proprietà geometriche d'una rete alternativa di cui i poli, ed il neutro possiedono, rispetto alla Terra, delle resistenze, delle autoinduzioni, e delle capacità qualunque.* — F. LEPRINCE-RINGUET. — (Lum. El., 25 nov. 1911, Vol. XVI, N. 47, p. 227).
- *Il primo impianto europeo di 110000 Volt.* — K. PERLEWITZ. — (El. W., N. Y., 28 ott. 1911, Vol. 18, N. 18, p. 1057).

Materiali.

- *Aumento di temperatura di un interruttore automatico a tempo.* — D. H. OGLEY. — (El. Rev., L., 10 nov. 1911, Vol. 69, N. 1772, p. 30).

Metodi e strumenti di misura.

- *I contatori elettrici considerati nei differenti regimi di carico.* — CLAYTON. H. SHARP. — (Riv. tec. d'el., 16 nov. 1911, Vol. XXXVII, N. 1545, pag. 312).
- *Standardizzazione dei fusibili impiegati nelle macchine elettriche.* — H. D. SYMONS. — (El. Rev., L., 3 nov. 1911, Vol. 69, N. 1771, p. 759).
- *Misura della potenza nei sistemi trifasici col metodo dei due wattometri.* — D. H. OGLEY. — (El. Rev., L., 1 dic. 1911, Vol. 69, N. 1775, pagina 875).
- *La curva di taratura dei contatori a motore e gli elementi che la modificano.* — K. SCHMIEDEL. — (El. u. Masch., W., 19 nov. 1911; Volume XXIX, N. 47, p. 955).

Motori elettrici.

- *Nuovi procedimenti per la messa in marcia automatica dei motori a corrente continua.* — HENRY. — (Ind. El., P., 25 ott. 1911, Vol. 20, N. 476, p. 477).
- *Motore a collettore trifasico compensato.* — F. NIETHAMMER e E. SIEGEL. — (El. Masch., W., 12 nov. 1911, Vol. XXIX, N. 46, p. 941).
- *Freno a controcorrente e a corto circuito nei motori in serie.* — P. MULLER. — (El. Kib. Ba., Mü., 14 nov. 1911, Vol. IX, N. 32, p. 641).

Radiotelegrafia e radiotelefonìa.

- *Generatore di correnti ad alta frequenza per telegrafi senza fili.* — S. M. FOWELL. — (El. Rev., L., 24 nov. 1911, Vol. 59, N. 1774, p. 859).

Telegrafia, telefonia e segnalazioni.

- *Sull'utilizzazione del ponte di Wheatstone nelle trasmissioni telefoniche.* — L. TABATIER. — (Lum. El., 11 nov. 1911). Vol. XVI, N. 45, p. 163).

Trasformatori e convertitori.

- *Il problema della trasformazione della frequenza.* — P. BUNET. — (Lum. El., 25 nov. 1911, Vol. XVI, N. 47, p. 241).
- *Il riscaldamento dei convertitori sincroni.* — N. STAHL. — (El. W., N. Y., 28 ott. 1911, Vol. 58, N. 18, p. 1060).

- *Trasformatori moderni per alta tensione.* — W. T. TAYLOR. — (El. Rev., L., 24 novembre 1911, Vol. 69, N. 1774, p. 856).

Trazione.

- *A quale distanza arriverà una vettura a trolley.* — N. STAHL. — (El. W., N. Y., 18 nov. 1911, Vol. 58, N. 21, p. 1247).
- *Esercizio pratico della locomobile.* — W. H. MILLER. — (El. W., N. Y., 4 nov. 1911, Vol. 58, N. 19, p. 1117).
- *Il consumo d'energia nella trazione elettrica.* — B. WACHSMUTH. — (El. Krb. Ba., Mü., 14 nov. 1911, Vol. IX, N. 32, p. 645).

933,318

N. 5.

Elenco delle Abbreviazioni

usate per i periodici

(Le lettere che, nelle abbreviazioni, seguono la virgola sono le iniziali delle città dove si pubblica il periodico. Sono state omesse solo per le abbreviazioni entrate nell'uso comune).

<i>Academia Polytechnica, Porto, (Portogallo)</i>	Aca. Pol., Po.
<i>Accademia I. R. di Rovereto</i>	Acc., Rov.
<i>Accademia Lincei, Roma</i>	Acc. Lin., R.
<i>Accademia Scienze Fisiche e Matematiche, Napoli</i>	Acc., N.
<i>Akademie der Wissenschaften, Wien</i>	Aka. Wiss., W.
<i>American Institute of Electrical Engineers, New York</i>	Am. Inst. E. E.
<i>American Journal of Science, New Haven</i>	Am. J. Sc., N. H.
<i>American Society of Engineers, New York</i>	Am. Soc. Eng., N. Y.
<i>Annales des Mines, Paris</i>	Ann. Min., P.
<i>Annales des Travaux Publics de Belgique, Bruxelles</i>	Ann. Trav. Pub., Br.
<i>Annali Elettività medica Terapia fisica, Napoli</i>	Ann. El. Ter., N.
<i>Association des Ingenieurs Electriciens de l'Institut Montefiore</i>	Ass. Ing. Mont.
<i>Associazione Elettrotecnica Italiana</i>	A. E. I.
<i>Bullettin Académie Royale des Sciences, Lettres et Beaux-Arts de Belgique, Bruxelles</i>	Bull. Ac. R., Br.
<i>Bulletin Association Suisse des Electriciens, Zurich</i>	Bull. Ass. S., Z.
<i>Bullettin of the Bureau of Standards, Washington</i>	Bull. Bur. Stand., Wa.
<i>Bullettin de la Société Chimique, Bruxelles</i>	Bull. Soc. Ch., Br.
<i>Bullettin du Syndicat Professionnel des Usines d'Electricité, Paris</i>	Bull. Us. El., P.

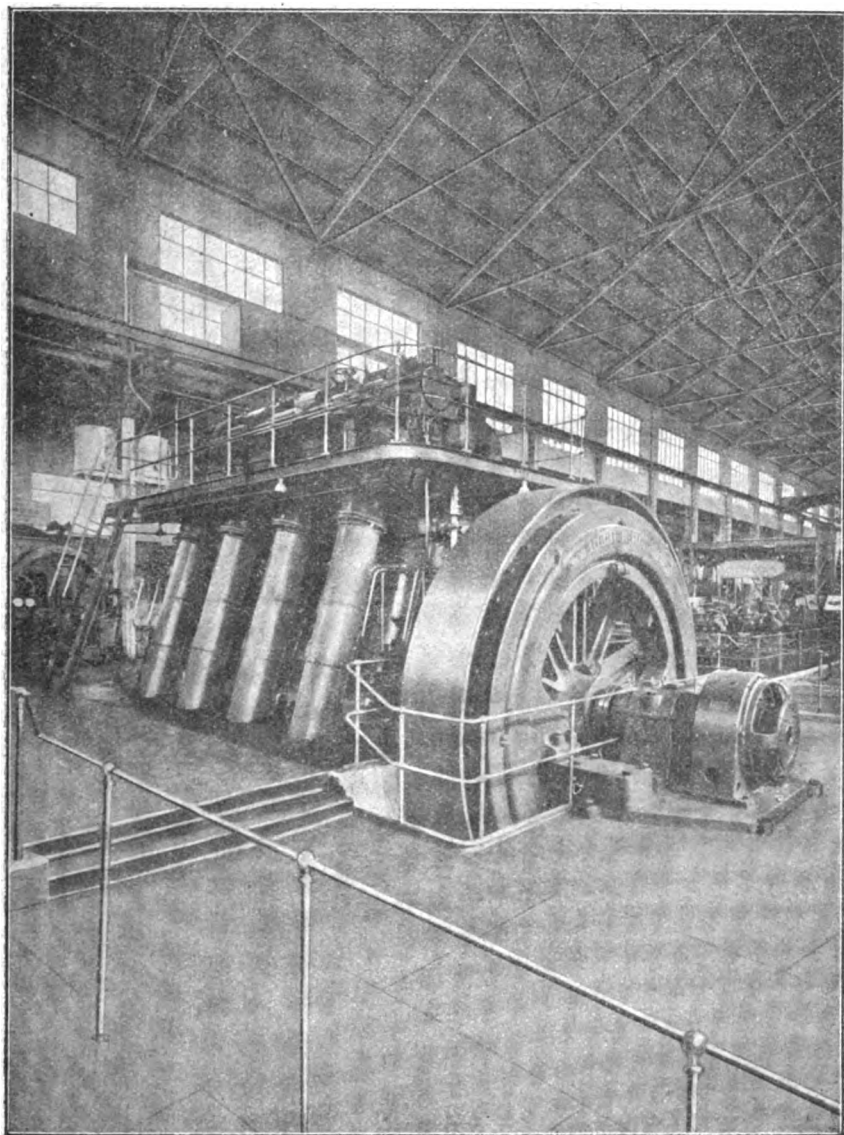
<i>Camera di Commercio, Milano</i>	C. C., M.
<i>Cimento (Nuovo), Pisa</i>	N. C.
<i>Cosmos, Paris</i>	Cos., P.
 <i>Deutsche Physikalische Gesellschaft, Berlin</i>	 D. Phys. Ges., B.
 <i>Electrical Age, New York</i>	 El. A., N. Y.
<i>Electrical Engineer, London</i>	El. Eng., L.
<i>Electrical Review, London</i>	El. Rev., L.
<i>Electrical Review, New York</i>	El. Rev., N. Y.
<i>Electrical World, New York</i>	El. W., N. Y.
<i>Electrician, London</i>	El., L.
<i>Electricien, Revue Internationale de l'Electr.</i> <i>et des applications, Paris</i>	El., P.
<i>Elettricista, Roma</i>	El., R.
<i>Elettricità, Milano</i>	El., M.
<i>Electricity, New York</i>	El., N. Y.
<i>Electricity, Pietroburgo</i>	El., P.
<i>Elektrische Kraftbetriehe und Bahnen, Mün-</i> <i>chen</i>	El. Krb. Ba., Mü.
<i>Elektrotechniker, Wien</i>	Elek., W.
<i>Elektrotechnische Zeitschrift, Berlin</i>	E. T. Z.
<i>Elektrotechnischer Anzeiger, Berlin</i>	El. Anz., B.
<i>Elektroteknisk Tidsskrift, Kristiania</i>	Elek. Tid., K.
<i>Engineering, London</i>	Eng., L.
 <i>Franklin Institute, Philadelphia</i>	 Fr. Inst., Ph.
 <i>Gazzetta Chimica Italiana, Roma</i>	 Gazz. Ch., R.
<i>Génie Civil, Paris</i>	Gén. C., P.
 <i>Illuminating Engineer, London</i>	 Ill. Eng., L.
<i>Industria Chimica, Torino</i>	Ind. Ch., T.
<i>Industrie Electrique, Paris</i>	Ind. El., P.
<i>Ingegneri ed Architetti (collegio), Milano</i>	Ing. Arch., M.
<i>Ingegneri ed Architetti Italiani, Roma</i>	Ing. Arch., R.
<i>Ingegneri ed Architetti, Torino</i>	Ing. Arch., T.
<i>Ingegneria Ferroviaria, Roma</i>	Ing. Ferr., R.
<i>Ingenieria, Buenos-Ayres</i>	Ing., B. A.
<i>Institution of Mechanical Engineers, London</i>	Inst. Mech. E., L.
<i>Institution of Civil Engineers, London</i>	Inst. Civ. E., L.
<i>Institution of Electrical Engineers, London</i>	Inst. E. E., L.
<i>Istituto Lombardo Scienze Lettere, Milano</i>	Ist. Lomb. S. L.
<i>Istituto Tecnico Sup. Milano</i>	Ist. T. S., M.

<i>Jahrbuch für Drahtlose Telegraphie, Berlin</i>	Ja. Dr. l. Tel., B.
<i>Journal of the Society of Arts, London</i>	J. Soc. Ar., L.
<i>Journal Télégraphique, Berne</i>	J. Tél., Be.
<i>Lumière Electrique, Paris</i>	Lum. El.
<i>Marine Engineer, London</i>	Mar. Eng., L.
<i>Metallurgia Italiana</i>	Met. Ital.
<i>Mining Engineering, Wigan</i>	Min. Eng., Wig.
<i>Mitteilungen über Gegenstände des Artillerie un Genie-Wesens, Wien</i>	Mitt. Art. Gen., W.
<i>Nuovo Cimento, Pisa</i>	N. C.
<i>Oesterreichische Eisenbahn - Zeitung, Wien</i>	Oe. Eis. ba., W.
<i>Physical Review, Ithaca, New York</i>	Ph. Rev., N. Y.
<i>Practical Engineer, London</i>	Pra. Eng., L.
<i>Proceedings of the United States Naval Insti- tute Annapolis, Md</i>	Pr. Nav. Inst., Ann.
<i>Railway Age, Chicago</i>	Rail. A., Ch.
<i>Revue de l'Electricité et de l'éclairage en ge- neral Berne</i>	Rev. El. Ec., Be.
<i>Revue d'électrochimie et électrometallurgie, Paris</i>	Rev. él. ch. met., P.
<i>Revue Pratique de l'Electricité, Paris</i>	Rev. Pra. El., P.
<i>Revue Technique et Industrielle, Paris</i>	Rev. Tech. Ind., P.
<i>Rivista d'Artiglieria e Genio, Roma</i>	Riv. Art. Gen., R.
<i>Rivista Internazionale di Terapia Fisica, Roma</i>	Riv. Ter., R.
<i>Rivista Marittima, Roma</i>	Riv. Mar., R.
<i>Royal Engineers Journal, London</i>	R. Eng., L.
<i>Science Abstracts, London</i>	Sc. Abs., L.
<i>Sociedad Científica Argentina, Buenos Ayres</i>	Soc. Cien., B. A.
<i>Société d'Agriculture, Sciences, Industries de Lyon</i>	Soc. Agr. Sc., Ly.
<i>Société Belge d'Electriciens, Bruxelles</i>	Soc. Belg. El.
<i>Società Chimica di Milano</i>	Soc. Ch., M.
<i>Società Incoraggiamento Arti e Mestieri, Milano</i>	Soc. Inc., M.
<i>Société de l'Industrie Minérale, Saint-Etienne</i>	Soc. Ind. Min., S. E.
<i>Société des Ingenieurs Civils de France, Paris</i>	Soc. Ing. Civ. Fr.
<i>Société Internationale des Electriciens, Paris</i>	Soc. Int. El., P.
<i>Società Medico Chirurgica di Bologna</i>	Soc. Med. Chir., Bo.
<i>Société Scientifique Industrielle, Marseille</i>	Soc. Sc. Ind., Ma.

<i>Technique Moderne, Paris</i>	Tech. Mod., P.
<i>Technologisches Gewerbe - Museum, Wien</i> . .	Tech. Gew. Mu., W.
<i>Tramway and Railway World Illustrated, London</i>	Tr. Rail. W., L.
<i>Unione Permanente Camere Commercio Italiana, Milano</i>	U. C. C., M.
<i>University Library, Glasgow</i>	Un. Libr., Glas.
<i>University of Illinois Library, Illinois</i> . . .	Un. Ill. Libr.
<i>Victorian Institute of Engineers, Melbourne</i> .	Vic. Inst. Eng., Melb.
<i>Zeitschrift für Elektrochemie, Halle a. S.</i> . .	Z. El. ch., H.
<i>Zeitschrift für Beleuchtungswesen, Berlin</i> . .	Z. Bel. w., B.
<i>Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure</i> .	Z. V. D. I.

SOCIETÀ' NAZIONALE DELLE OFFICINE DI SAVIGLIANO

Direzione, Via Genova 23, Torino - Officine in Savigliano e Torino



Alternatore trifase - tipo volano - 1200 HP - 6400 Volt - 150 giri

Macchine elettriche d'ogni tipo e potenza

Costruzioni elettromeccaniche - Gru - Argani - Verricelli
Condotte forzate - Pali a traliccio - Coperture metalliche

ERCOLE MARELLI & C. - MILANO

— STABILIMENTI IN SESTO S. GIOVANNI —

FILIALI: TORINO - GENOVA - NAPOLI - PARIGI - BERLINO - LONDRA - BUENOS-AIRES

MOTORI ELETTRICI SINO A 250 HP. —

DINAMO - ALTERNATORI —

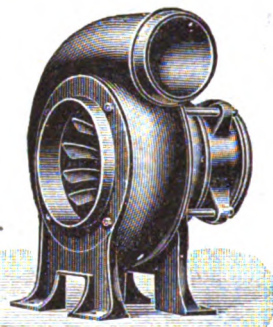
TRASFORMATORI —

ELETTROVENTILATORI CENTRIFUGHI —

ED ELICOIDALI —

IMPIANTI COMPLETI DI VENTILAZIONE E DI

ASPIRAZIONE PER INDUSTRIE —



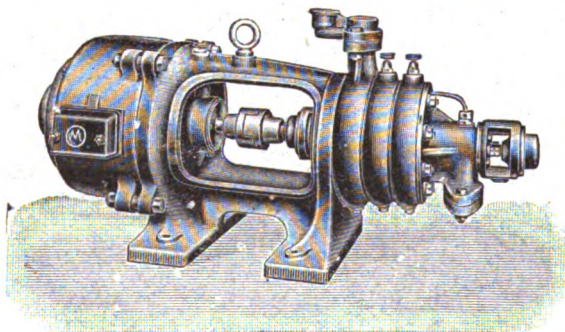
Elettroventilatore centrifugo

ELETTRIFICAZIONE

CENTRIFUGHE

« MARELLI »

AD ALTA PRESSIONE

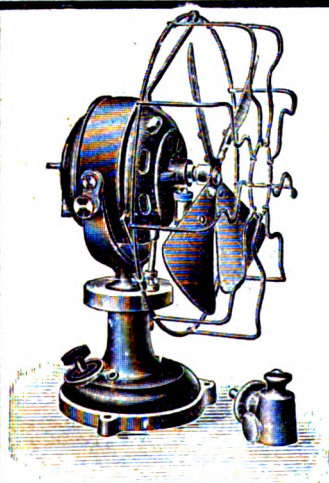


PORTATE:

da Litri 900 a 1.200.000

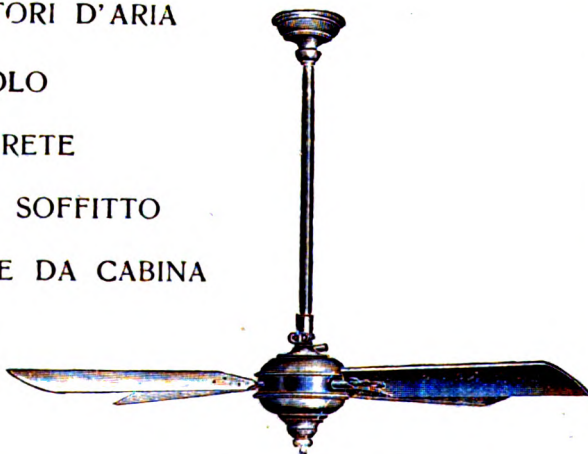
PREVALENZE

DA METRI 1 a 200



Tipo oscillante "Marelli"

AGITATORI D'ARIA
DA TAVOLO
DA PARETE
DA SOFFITTO
E DA CABINA



Chiedere listini — Preventivi — Sopraluoghi
Casella Postale 1254 - MILANO

Pubblicazione mensile.

Conto Corrente con la Posta.

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

UFFICIO CENTRALE

Telefono 20-86

Telegrammi ASSELITA

MILANO, Via S. Paolo, 10

Eretta in Ente Morale il 3 Febbraio 1910.

Premiata con: Diploma di benemerenza all'Esposizione di Como nel 1885 — Gran Premio all'Esposizione di Saint Louis nel 1904 — Gran Premio all'Esposizione di Brescia nel 1910.

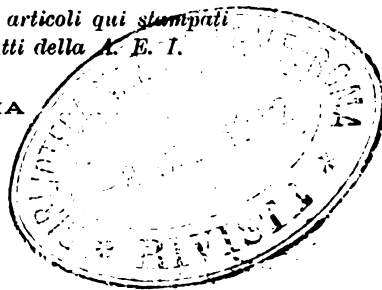


INDICE.

- N. 1. Résumé des Communications contenues dans la présente livraison Pag. 97
- » 2. Sulla misura del fattore di potenza negli impianti trifasi - Ingg. A. BAR-
BAGELATA e G. GUASTALLA. » 99
— Appendice » 113
- » 3. Gli interruttori automatici in un servizio di distrib. d'energia - Ing. A. GRONDA » 119
- » 4. Iniziative in merito agli Studi Governativi per la Modificazione della Tassa
di consumo sull'energia elettrica per luce e riscaldamento » 129
- » 5. Verbali delle Sezioni » 135
- » 6. Recensioni » 139
- » 7. Indice dei più importanti articoli pubblicati nei periodici
Pubblicità Industriale da I a XII e da XIII a XX

Le riviste che desiderano riprodurre qualcuno degli articoli qui stampati
sono pregate di indicare che sono presi dagli Atti della A. E. I.

PROPRIETÀ LETTERARIA



MILANO
STUCCHI, CERETTI e C

1912.

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

UFFICIO CENTRALE

MILANO = 10 - Via S. Paolo - 10 = MILANO

CONSIGLIO GENERALE

PRESIDENZA 1912-1914

Presidente Onorario: PACINOTTI Prof. ANTONIO.

Presidente LORI Prof. Ing. FERDINANDO — Padova;
Vice-Presidente BATTELLI On. Prof. ANGELO, Roma — LOMBARDI Prof. Ing. LUIGI, Napoli —
SEMPERZA Ing. GUIDO, Milano;
Segretario Generale PARVUPASSU Ing. Prof. CARLO, Padova;
Vice-Segretario Generale BIANCHI Ing. ANGELO, Milano;
Cassiere BARDEGLIATA Prof. Ing. ANGELO, Milano.

Consiglieri rappresentanti le Sezioni per il 1912.

BOLOGNA — Amaduzzi Prof. Lavoro, *Presidente* — Raffi Ing. Pasquale;
CATANIA — Fusco Ing. Francesco, *Presidente* — Carnazza On. Gabriello — Vismara Ing. Emirico;
GENOVA — Rumi Prof. Ing. Cav. Uff. A. Sereno, *Presidente* — Königshelm Ing. Sigismondo — Pugliese Ing. Augusto;
LIVORNO — Vivarelli Prof. Aristide, *Presidente* — Lodolo Ing. Cav. Alberto;
MILANO — Panzarasa Ing. Alessandro, *Presidente* — Bertini Ing. Angelo — Civita Ing. Domenico — Conti Ing. Comm. Ettore — Danioni Ing. Filippo — Fenzi Ing. Enzo — Gadda Ing. Giuseppe — Jona Ing. Emanuele — Motta Ing. Giacinto — Stucchi Prinetti Ing. Giacinto — Vannotti Ing. Ernesto;
NAPOLI — Lombardi Prof. Luigi, *Presidente* — Bonghi Cav. Ing. Mario — Curti Ing. Cav. Camillo Albino — Granfesi Ing. Aslan — Vallauri Ing. Giancarlo.
PADOVA — Amati Ing. Giuseppe, *Presidente* — Milani Ing. Cav. Paolo;
PALERMO — Dina Prof. Ing. Alberto, *Presidente* — Buttafari Ing. Gaetano;
ROMA — N. N., *Presidente* — Ascoli Cav. Prof. Moisé — Majorana Prof. Comm. Quirino — Mengarini Comm. Prof. Guglielmo — Piola Prof. Francesco;
TORINO — Tedeschi Comm. Ing. Vittorio, *Presidente* — Grassi Comm. Prof. Guido — Jervis Ing. Tommaso — Ferraris Ing. Prof. Lorenzo — Guagno Ing. Enrico.

CONSIGLI DELLE SEZIONI.

BOLOGNA, Via Pietrafitta, 11 — *Presidente:* Amaduzzi Prof. Lavoro; *Vice-Pres.:* Donati Ing. Alfredo; *Segretario:* Paggi Ing. Torquato; *Cassiere:* Gasparini Ing. Cleto; *Consiglieri:* Calzoni Ing. Adolfo, Cesari Ing. Ettore, Mantegazzini Ing. Giovanni, Novi Cav. Ing. Michelangelo.
CATANIA, Via Eina, 308 — *Pres.:* Fusco Ing. Francesco; *Vice-Pres.:* Boggiolera Prof. Enrico; *Segr.:* De Luca Ing. Luigi; *Cassiere:* Interdonato Ing. Pietro; *Consiglieri:* Colaciuri Ing. Prof. Vincenzo, Fischer Ing. G. B., Majorana Ing. Fabio, Tenerelli Ing. Francesco.
GENOVA, Via Internano, 3-6 — *Pres.:* Rumi Prof. Ing. A. Sereno; *Vice-Pres.:* Ronco Prof. Ing. Nino; *Segretario:* Anfossi Ing. Giovanni; *Cassiere:* Capellini Cav. Vittorio; *Consiglieri:* Garibaldi Ing. Prof. Cesare, Galliano Ing. Salvatore, Bossmann Ing. Gustavo, Piaggio Ing. Carlo.
LIVORNO, Via Scali del Pesce, 2 — *Presidente:* Vivarelli Prof. Aristide; *Vice-Pres.:* Rosselli Ing. Cav. Angelo; *Segretario:* Dalmedico Ing. Gustavo; *Cassiere:* Catani Ing. Giulberto; *Consiglieri:* Vespignani Cav. Giuseppe, Vivarelli Ing. Virginio.
MILANO, Via S. Paolo, 10 — *Pres.:* Panzarasa Ing. Alessandro; *Vice-Pres.:* Gadda Ing. Giuseppe; *Segretario:* Campos Ing. Gino; *Cassiere:* Bianchi Ing. Angelo; *Consiglieri:* Arcio Ing. Vittorio, Brioschi Ing. Franco, Clerici Ing. Carlo, Colti Ing. Carlo, Piazzoli Ing. Emilio.
NAPOLI, Via Nardones, 113 — *Presidente:* Lombardi Prof. Luigi; *Vice-Pres.:* Pizzuti Ing. Michele; *Segr.:* Massari Ing. Marino; *Cassiere:* Sgurese Ing. Achille; *Consiglieri:* Bonhée Prof. Comm. F. C. Paolo, Ferrari Ing. Carlo, Indaco Prof. Vincenzo, Liguori Ing. Pirro, Ragno Prof. Saverio, Ruffolo Ing. Francesco.
PADOVA, Via Dante, 38 — *Presidente:* Amati Ing. Giuseppe; *Vice-Pres.:* Lori Prof. Ing. Ferdinando; *Segr.:* Levi La Zar, Dott. Mario; *Cassiere:* Turazza Prof. Giacinto; *Consiglieri:* Cignaldi Ing. Amedeo, Carazzolo Ing. Giuseppe.
PALERMO, Via Maqueda, 175 — *Presidente:* Dina Ing. Prof. Alberto; *Vice-Pres.:* Pagliani Prof. Cav. Stefano; *Segretario:* Santangelo Ing. G. Battista; *Cassiere:* Mistri-chi Prof. Felice; *Consiglieri:* Arena Prof. Ing. Oreste, Ovazza Prof. Ing. Elia.
ROMA, Via delle Muratte, 70, (Palazzo dei Sabini) — *Presidente:* N. N.; *Vice-Pres.:* Del Buono Ing. Ulisse; *Segretario:* Carletti Ing. Aurio; *Cassiere:* Lattes Comm. Ing. Oreste; *Consiglieri:* Ingini Ing. Augusto, Corbino Prof. O. Mario, Faranda Cav. Ing. Alberto, Piola Prof. Francesco, Reggiani Cav. Napoleone, Revessi Prof. Ing. Giuseppe.
TORINO, Galleria Nazionale — *Pres.:* Tedeschi Comm. Ing. Vittorio; *Vice-Presidente:* N. N.; *Segretario:* Ing. Palestrino Carlo; *Cassiere:* Luino Andrea; *Consiglieri:* Bazzza Ing. Cav. Giuseppe, Forster Ing. Paolo, Vegardi Ing. Giuseppe, Rossi Prof. Andrea, Trasciatelli Ing. Cav. Angelo, Valabrega Ing. Raffaele.

Presidenti antecedenti:

Prof. Comm. Galileo Ferraris (dal 27 Dicembre 1896 al 7 Febbraio 1897)
— Prof. Comm. Giuseppe Colombo (1897-1899) — Prof. Comm. Guido Grassi (1900-1902).
Prof. Comm. Moisé Ascoli (1903-1905) —
Ing. Cav. Emanuele Jona (1906-1908) — Ing. Prof. Luigi Lombardi (1909-1911).

ELENCO DEI MEMBRI DEL COMITATO DI REVISIONE DELLE NORME.

Prof. Luigi Lombardi, *Presidente* — Ing. Fano Guido — Ing. Prof. Ferraris Lorenzo — Ing. Giacinto Motta — Ing. Pontiggia Luigi — Ing. Salvadori Riccardo — Ing. Bonghi Mario (Napoli) — Ing. Carazzolo Giuseppe (Padova) — Ing. Dal Medico Gustavo (Livorno) — Ing. Del Buono Ulisse (Roma) — Prof. Dina Alberto (Palermo) — Ing. Jona Emanuele (Milano) — Ing. Königshelm Sigmund (Genova) — Prof. Majorana Quirino (Roma) — Ing. Marieni Salvatore (Bologna) — Ing. Morelli Ettore (Cons. Ger.) — Ing. Raffi Pasquale (Bologna) — Ing. Semenza Guido (Cons. Ger.) — Ing. Soleri Elvio (Torino) — Ing. Trosarelli Ottavio (Torino) — Ing. Uff. Utili Giuseppe (Napoli) — Ing. Vannotti Ernesto (Milano) — Ing. Vismara Emirico (Catania).

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

UFFICIO CENTRALE - MILANO

N. 1.

RÉSUMÉ

DES CONFÉRENCES ET DES COMMUNICATIONS
CONTENUES DANS LA PRÉSENTE LIVRAISON

Ing. A. BARBAGELATA. — Mesure du facteur du puissance dans les installations triphasées.

Dans un système triphasé on peut définir le facteur de puissance soit par la relation usuelle

$$\cos \varphi = \frac{\text{Puissance}}{\sqrt{3} \, V \times \text{intensité moyenne}}$$

soit par la relation proposée par M. Campos :

$$\cos \phi = \cos \arctan \frac{\sum \text{Puissances réactives}}{\sum \text{Puissances réelles}}$$

Lorsque les charges des trois phases sont inégales, les deux valeurs diffèrent, mais les différences sont négligeables dans tous les cas ordinaires. Après cela, les *AA* montrent comme, moyennant une simple commutation des circuits voltmétriques, l'on puisse obtenir d'un ordinaire wattmètre triphasé une deuxième valeur W' , dont le rapport avec la puissance W est une simple fonction de $\cos \phi$. Si l'on a prédisposé des tables ou des courbes ou bien des échelles donnant $\cos \phi$ en fonction du rapport $\frac{W'}{W}$, pour la mesure du facteur de puissance il suffit une seule lecture et une seule division.

Les résultats de la nouvelle méthode de mesure proposée sont tout à fait équivalentes à ceux des meilleurs phasomètres. Ils sont presque indépendants des éventuelles différences dans les tensions du système et ils demeurent exacts pour toute valeur de $\cos \phi$ soit en avance soit en retard.



A. GRONDA. — Les interrupteurs automatiques dans une distribution d'énergie.

Dans un grand service de distribution de énergie les interrupteurs automatiques doivent être des appareils avec un réglage du temps indépendant de la grandeur du surcharge.

L'examen des appareils du marché montre que cela n'est pas possible aussi avec les meilleurs relais à champ Ferraris.

L'Auteur donne le moyen d'avoir cette indépendance avec l'emploi d'un transformateur de courant particulier.

Il donne aussi les courbes caractéristiques du fonctionnement de quelque relais avec, et sans, le transformateur.

N. 2.

SULLA MISURA DEL FATTORE DI POTENZA
NEGLI IMPIANTI TRIFASI

*Comunicazione dei Soci Ingg. A. BARBAGELATA e G. GUASTALLA
alla Sezione di Milano, il 22 Dicembre 1911*

Non è certo ancor spento il ricordo delle discussioni che ebbero luogo or sono due anni in questa nostra sezione a proposito della definizione del fattore di potenza negli impianti trifasi non equilibrati. La discussione ebbe origine dall'osservazione presentata dall'egregio Ing. Motta, allora nostro Presidente, che, cioè, con un carico squilibrato costituito da pure resistenze ohmiche, applicando la consueta formula per la calcolazione del fattore di potenza si giunge ad un valore per $\cos \varphi$ minore di uno. Ma il maggior alimento alla discussione stessa venne dalla proposta dell'Ing. G. Campos. Egli (v. Atti A. E. I. 1909 - Fasc. II°) partì dalla seguente considerazione: Si immagini scomposto un dato sistema polifase in un modo qualunque in n sistemi monofasi; si calcoli di ciascun sistema la potenza reale W_n e la potenza reattiva R_n (o in quadratura). La somma delle potenze reali degli n sistemi e quella delle potenze reattive non mutano comunque si eseguisca la scomposizione: pertanto le due quantità $\sum W_n$ e $\sum R_n$ sono due costanti del sistema. L'Ing. Campos propose di definire il fattore di potenza del sistema polifase colla seguente relazione:

$$1) \quad \cos \Phi = \cos \arctg \frac{\sum R_n}{\sum W_n}$$

Per evitare confusioni tra la definizione tradizionale e la nuova, egli indicò con la lettera Φ l'angolo definito dalla relazione 1) riservando la lettera φ all'angolo definito colla solita formula:

$$\cos \Phi = \frac{W}{\sqrt{3} V I_{medio}}$$

che si riferisce al sistema trifase, suppone uguali le tre tensioni concatenate, ed è razionale se si riferiscono le tensioni di fase al centro matematico (esistente o no) del sistema.

Non è qui il luogo di ripetere tutti gli argomenti che pro e contro la nuova definizione furono sviluppati nella discussione: basterà ricordare che $\cos \phi$ rispecchia assai meglio di $\cos \varphi$ la natura ohmica o reattiva del carico, mentre $\cos \varphi$ tiene meglio conto delle correnti di linea e quindi delle perdite nelle condutture. La discussione fu assai lunga e nutrita per merito specialmente degli interessanti studi dei colleghi Lupi e Norsa (v. Atti A. E. I. 1910 - Fasc. I°).

Le conclusioni a cui essa permise di giungere furono le seguenti:

1) In un sistema polifase squilibrato non è possibile definire un fattore di potenza che corrisponda perfettamente al concetto comune di $\cos \varphi$ che vale per il sistema monofase.

2) Per gli ordinari squilibri della pratica la discussione è oziosa perchè le differenze tra $\cos \phi$ e $\cos \varphi$ si mantengono nell'ordine degli errori di misura.

3) In caso di forti squilibri sarebbe forse opportuno considerare separatamente un fattore di potenza ed un fattore di squilibrio.

Di queste tre conclusioni è per noi ora specialmente interessante la 2°. Essa può ricevere nuova conferma da altre considerazioni:

1.° Circa un anno prima che si iniziasse la discussione l'Ingegnere Barbagelata espose sulle colonne dell'Elettricità (Vol. XXXI, Anno 1908, n. 23) un metodo, secondo il quale, con una semplice modificazione nelle connessioni voltmetriche, si possono ottenere, da due wattmetri inseriti come d'ordinario, due nuove letture, le quali, insieme alle due letture che danno la potenza, permettono di calcolare il $\cos \varphi$ del sistema comunque squilibrato.

Essendo la calcolazione alquanto complessa l'A. propose un calcolo approssimato assai semplice dimostrando che esso conduce a risultati più che sufficientemente approssimati per tutti gli ordinari casi della pratica.

Ora l'Ing. Guastalla nel numero del 27 gennaio 1910 della stessa rivista dimostrava che la formula approssimata proposta dall'Ingegnere Barbagelata dava in realtà in modo rigoroso il valore di $\cos \phi$ successivamente definito dall'ing. Campos.

2.° Tutti i fasometri sia elettrodinamici che ad induzione applicati ai sistemi trifasi danno $\cos \phi$ e non $\cos \varphi$.

Nel caso più importante degli strumenti elettrodinamici, un fasometro trifase, nella sua forma più generale, è costituito da un sistema di tre bobine fisse (disposte a 120° e percorse dalle tre correnti del circuito) agente sopra un altro sistema mobile formato

pure da tre bobine, calettate fra loro a 120° gradi e percorse da 3 correnti proporzionali alle tre tensioni di fase. A parte le difficoltà costruttive, nulla muta se si invertono le parti, se cioè si suppongono fisse le tre bobine voltmetriche e mobili le tre ampermetriche. E se si ammette che le tre tensioni di fase E del sistema siano uguali si può dire che il fasometro è costituito da un sistema di tre bobine calettate fra loro a 120° gradi, percorse dalle tre correnti di linea, mobile in un campo ruotante di intensità proporzionale alla tensione del sistema.

Consideriamo una sola delle bobine mobili percorsa dalla corrente I_1 spostata di φ_1 rispetto alla corrispondente tensione E_1 . Se il piano della bobina mobile considerata forma un angolo α col piano della corrispondente bobina voltmetrica, è noto, e si dimostra facilmente (1), che la bobina mobile risentirà una coppia mo-

(1) Sia: A il valore massimo delle correnti che attraversano le bobine fisse;

I_1 il valore massimo della corrente che attraversa la bobina mobile considerata;

ω la pulsazione delle correnti I_1 ed A e del campo ruotante. Si prenda come origine dei tempi l'istante in cui il campo ruotante passa per l'asse del magnete che equivale alla bobina 1, e come origine degli angoli il raggio che individua il campo in questo istante.

Sia A_1 l'asse del magnete che equivale alla bobina fissa 1.

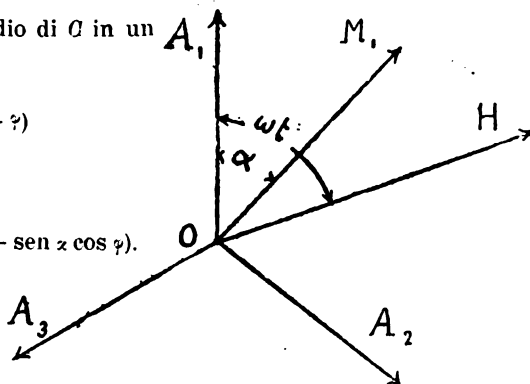
M_1 quel'ò corrispondente alla bobina mobile considerata ed H l'asse del campo ruotante.

Nell'istante t il valore della corrente che attraversa la bobina mobile è uguale a $I_1 \cos(\omega t - \varphi_1)$, mentre l'angolo formato dal campo rotante coll'asse del magnete equivalente alla bobina mobile è uguale a $(\omega t - \alpha)$. — Perciò la coppia motrice prodotta dal campo ruotante sulla bobina mobile in questo istante sarà proporzionale a:

$$(C = \frac{3}{2} A I_1 \cos(\omega t - \varphi) \sin(\omega t - \alpha) = \frac{3}{2} A I_1 \cos(\omega t - \varphi) \cos[\omega t - (\alpha + 90^\circ)]).$$

E quindi il valore medio di C in un periodo è uguale a:

$$\begin{aligned} C_m &= \frac{3}{2} \frac{A I_1}{2} \cos(90^\circ + \alpha - \varphi) \\ &= \frac{3}{4} A I_1 \sin(\varphi - \alpha) \\ &= \frac{3}{4} A I_1 (\sin \varphi \cos \alpha - \sin \alpha \cos \varphi). \end{aligned}$$



trice il cui valore medio è

$$K E_1 I_1 (\sin \varphi_1 \cos \alpha_1 - \cos \varphi_1 \sin \alpha)$$

Considerando analogamente le altre due bobine mobili si vede che esse risentono rispettivamente le coppie

$$K E_2 I_2 (\sin \varphi_2 \cos \alpha_2 - \cos \varphi_2 \sin \alpha_2)$$

$$K E_3 I_3 (\sin \varphi_3 \cos \alpha_3 - \cos \varphi_3 \sin \alpha_3)$$

Essendo le tre bobine mobili collegate rigidamente a 120 gradi fra loro come le tre bobine fisse, è evidente che in qualunque istante gli angoli α saranno uguali. La coppia motrice totale agente sul sistema mobile sarà dunque:

$$\{ K \cos \alpha \Sigma E I \sin \varphi - \sin \alpha \Sigma E I \cos \varphi \}$$

Tale coppia si annulla e quindi il sistema si ferma in equilibrio per un angolo α dato da:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Sigma E I \sin \varphi}{\Sigma E I \cos \varphi} = \operatorname{tg} \Phi$$

ciò che dimostra quanto si è detto.

Ora è degno di nota il fatto che, nonostante la notevole diffusione dei fasometri all'estero, non si è mai rilevato che essi indichino qualche cosa di nettamente diverso da ciò che comunemente s'intende per fattore di potenza di un sistema trifase.

Abbiamo voluto diffonderci alquanto su queste considerazioni preliminari perchè sia ribadito il concetto che, in pratica nella gran maggior parte dei casi, $\cos \Phi$ e $\cos \varphi$ coincidono, cosicchè è equivalente misurare l'uno o l'altro dei due valori.

Infatti il semplice metodo di misura che forma oggetto della presente comunicazione dà in realtà il valore di $\cos \Phi$; ma, dopo quanto si è detto, pensiamo che anche i più fieri partigiani di $\cos \varphi$ possano in pratica accontentarsi con tranquilla coscienza dei risultati che esso fornisce.

Il metodo presuppone, come si ammette giustamente in generale, che le tre tensioni concatenate del sistema siano uguali, e, come per tutti i fasometri, che la forma della tensione non si scosti praticamente dalla sinusoidale.

•

Se come caso speciale facciamo $\alpha = 60^\circ$ avremo

$$W' = \frac{1}{2} W + \frac{\sqrt{3}}{2} R.$$

Consideriamo ora un sistema trifase di cui si misuri la potenza W con due wattmetri come d'ordinario, scindendo cioè il sistema trifase in due sistemi monofasi. Indicando con W_1 e W_2 le indicazioni dei due wattmetri sarà:

$$3) \quad W = W_1 + W_2$$

Ciò posto, si scambino le connessioni voltmetriche dei due wattmetri in modo che ciascuno di essi venga alimentato con una tensione di 60° in ritardo rispetto a quella di prima. Avremo due nuove indicazioni che in base a quanto si è visto, saranno:

$$W_1' = \frac{1}{2} W_1 + \frac{\sqrt{3}}{2} R_1$$

$$W_2' = \frac{1}{2} W_2 + \frac{\sqrt{3}}{2} R_2$$

indicando con R_1 e R_2 la potenza reattiva dei due sistemi monofasi in cui si è scomposto il sistema trifase. La somma delle due indicazioni sarà:

$$4) \quad W' = \frac{1}{2} W + \frac{\sqrt{3}}{2} R$$

essendo evidentemente W e R la potenza reale e la potenza reattiva totale del sistema.

Dividendo la 4) per la potenza W risulta:

$$\frac{W'}{W} = \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{R}{W} = \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2} \operatorname{tg} \Phi.$$

Risulta dunque che il rapporto fra la somma delle indicazioni dei wattmetri col nuovo collegamento e la potenza del sistema è

una funzione di $\operatorname{tg} \Phi$ e quindi di $\cos \Phi$. Ponendo infatti per semplicità $\frac{W'}{W} = x$ si ha sostituendo:

$$\cos \Phi = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3}{x^2 - x + 1}}.$$

È dunque possibile, calcolato il rapporto $\frac{W'}{W}$, avere direttamente (mediante curve o tabelle prestabilite) il valore di $\cos \Phi$.

Nella fig. 2 le linee continue indicano le connessioni voltometriche ordinarie per la misura della potenza, le linee punteggiate

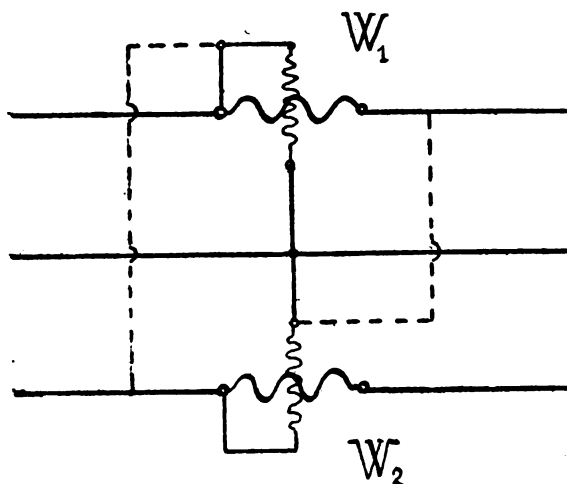


Fig. 2.

giate le nuove connessioni che danno le letture ausiliari. Per avere lo spostamento di 60° in ritardo deve essere W_1 il wattmetro che, in condizioni ordinarie, con carico induttivo, dà la maggior indicazione.

Il metodo è direttamente applicabile alle misure di controllo con due wattmetri, per il fatto che cogli ordinari spostamenti le due nuove letture W'_1 e W'_2 risultano entrambe positive.

Noi pensiamo però che in tal caso, nonostante la semplicissima calcolazione, esso non sia preferibile in generale al metodo delle quattro letture già ricordato. Infatti mentre questo si può effettuare facilmente anche colle alte tensioni, il nuovo metodo non può applicarsi se non ricorrendo a trasformatori di misura, perchè di-

versamente, nella seconda fase della misura, fra la bobina voltmetrica e l'ampermetrica del wattmetro W_1 verrebbe ad aversi tutta la d. d. p. di linea.

Largo campo d'applicazione noi pensiamo invece che il nuovo metodo debba trovare coi wattmetri indicatori e registratori trifasi da quadro. Parliamo naturalmente del tipo per carichi comunque

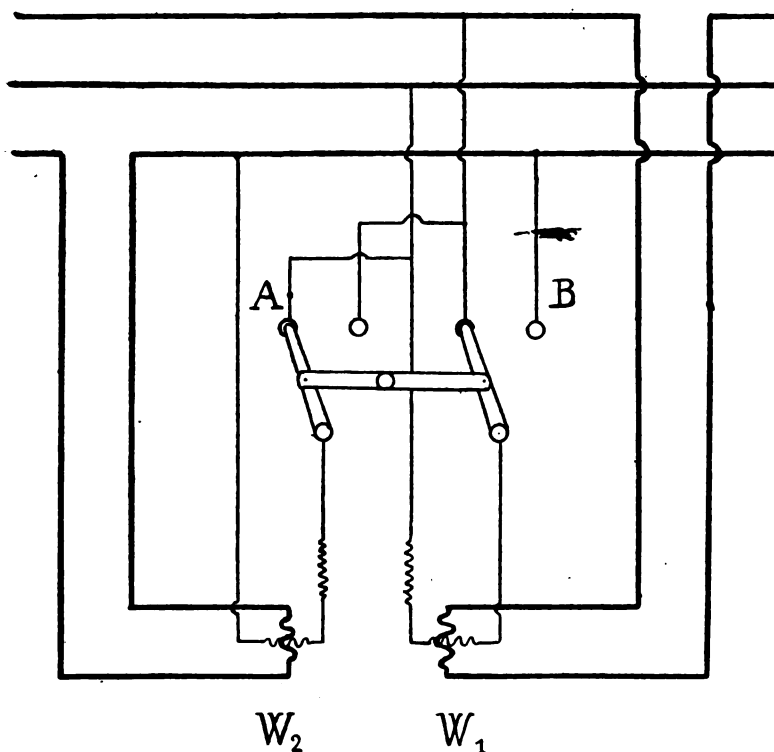


Fig. 3.

squilibrati, costituito cioè dalla riunione meccanica di due wattmetri monofasi. Essi infatti, o sono a bassa tensione, o sono muniti di trasformatori, cosicchè nessun pericolo nasce dalla commutazione dei circuiti. Ma, soprattutto, essi effettuano direttamente le due somme algebriche

$$W = W_1 + W_2 \qquad W' = W'_1 + W'_2$$

cosicchè basta eseguire una sola lettura oltre quella ordinaria che dà la potenza, per ottenere il valore di $\cos \phi$. La fig. 3 mostra

schematicamente un wattmetro trifase a cui si è applicato un commutatore per rendere pratico il procedimento. Col commutatore in *A* si legge come d'ordinario la potenza. Portato il commutatore in *B* si legge il nuovo valore W^1 . Calcolato il rapporto $\frac{W^1}{W}$ si può avere senz'altro il valore di $\cos \Phi$.

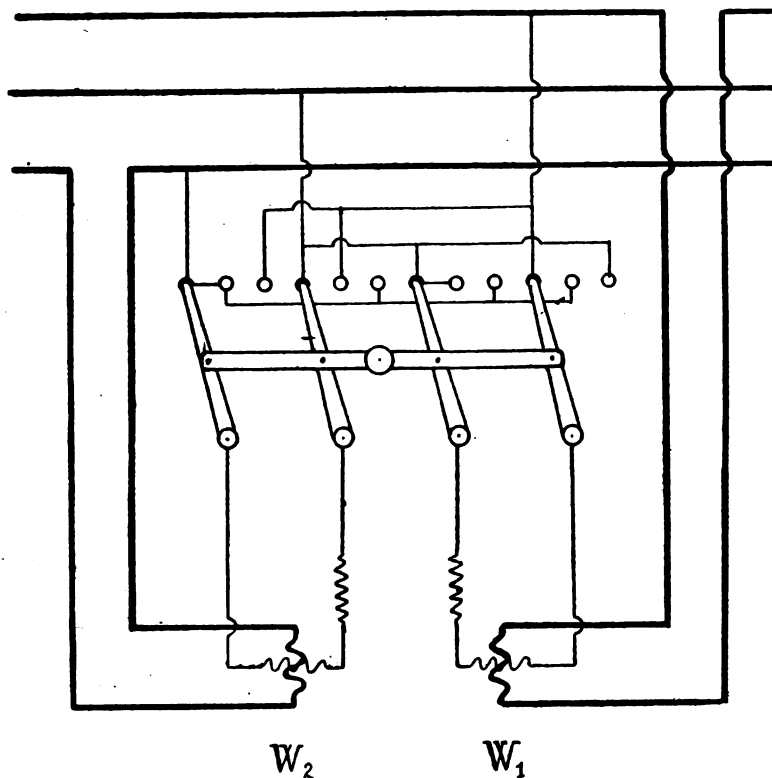
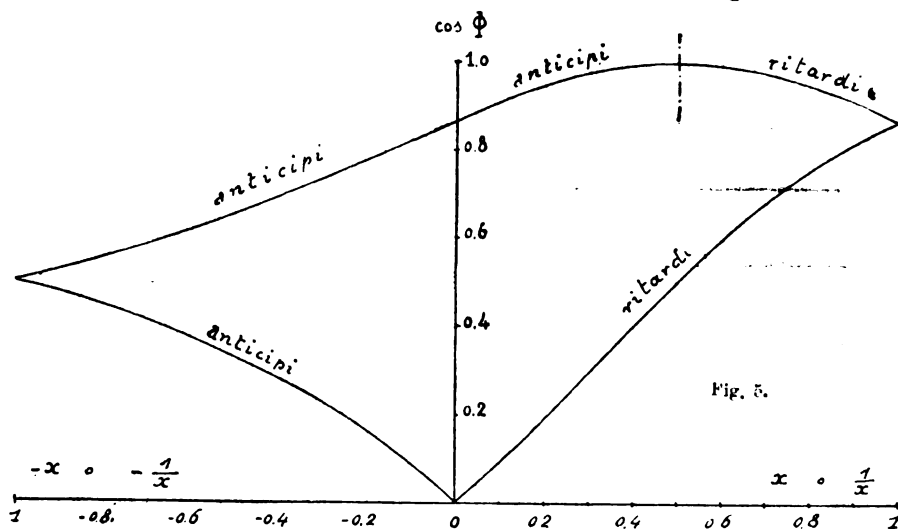


Fig. 4.

La seconda lettura W^1 è sempre positiva per qualunque sfasamento in ritardo, e si annulla per $\cos \Phi = 0,866$ in anticipo. Il semplice commutatore indicato serve pertanto per qualunque sfasamento compreso fra 30° gradi in anticipo e 90° in ritardo, ossia è più che sufficiente per tutti gli ordinari casi della pratica. Tuttavia, per taluni casi speciali come per esempio quello di motori sincroni funzionanti fortemente sovraeccitati, si può facilmente estendere il campo d'applicazione del metodo con un commutatore quadripolare a tre posizioni, (v. fig. 4), il quale nelle prime due posizioni

ripete le disposizioni del precedente, e, nella terza, inverte entrambe le tensioni in modo che si possono leggere i valori negativi di W' .



SCALA B

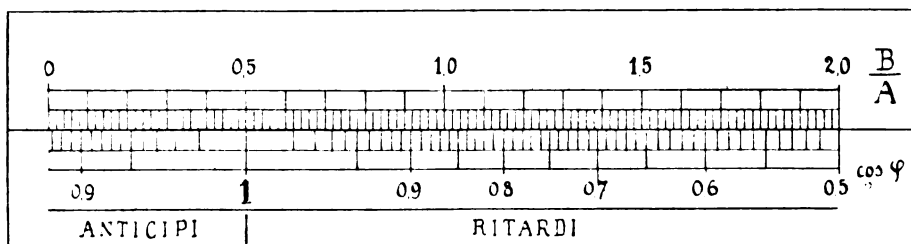
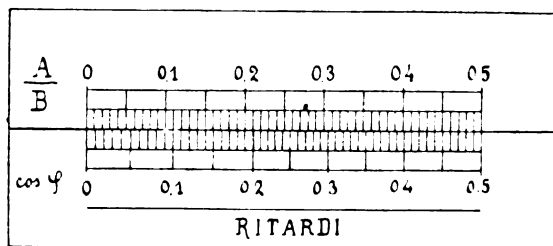
SCALA B₂

Fig. 6.



Con ciò il metodo è applicabile fino a 90° di anticipo. La figura 5 dà le curve che legano i valori del rapporto $\frac{W'}{W} = x$ a quelli

di $\cos \Phi$. Il ramo superiore della curva è in funzione dei valori positivi e negativi del rapporto fra -1 e $+1$ (da 0,5 in anticipo a 0,866 in ritardo). I rami inferiori sono invece riferiti ai valori del rapporto inverso $\frac{W}{W'}$ che conviene calcolare quando $\frac{W'}{W}$ è maggiore dell'unità.

Per l'uso pratico, specie se affidato a personale subalterno, può essere preferibile l'uso di tabelle numeriche od anche di scale comparative quali quella della fig. 6 le quali permettono di leggere il valore di $\cos \Phi$ in corrispondenza del valore del rapporto $\frac{B}{A}$, indicando con B e A i valori letti rispettivamente col commutatore in posizione B o in posizione A .

I vantaggi pratici del sistema sembrano evidenti. In confronto del metodo comunemente seguito nelle centrali, di dedurre il $\cos \varphi$ dalle indicazioni del wattmetro e da quelle contemporanee del voltmetro e degli ampermetri, il nuovo sistema offre maggior precisione, essendo generalmente i wattmetri assai più esatti dei voltmetri ed ampermetri da quadro, e maggior rapidità richiedendo due sole letture invece di 5 e una sola divisione in luogo dell'applicazione della consueta formula.

Le cinque letture sono necessarie quando si vogliano leggere i tre ampermetri. Ora a questo proposito è utile notare che cogli squilibri ordinari l'errore percentuale che si commette leggendo un solo ampermetro è sempre assai maggiore della differenza fra $\cos \varphi$ e $\cos \Phi$ (1).

L'obiezione principale che si può muovere al metodo proposto è che esso si basa su due letture successive. L'obiezione non ha però in pratica grande importanza perchè anche col metodo solito, se non si dispone rispettivamente di tre o cinque osservatori, le letture non sono più contemporanee.

(1) Per esempio con tre correnti proporzionali rispettivamente a 100, 113 e 136 e $\cos \varphi = 0.859$ risulta $\cos \Phi = 0.866$ con una differenza percentuale di $+ 0.8 \%$ mentre gli errori commessi considerando una sola delle tre correnti anzichè la loro media sarebbero rispettivamente di -16 , -3 e $+ 19 \%$.

Il metodo, abbiamo detto, presuppone l'uguaglianza delle tre tensioni concatenate, ma questa supposizione è in generale più che giustificata e si deve d'altronde ammettere anche cogli altri metodi di misura in uso. Noi ci siamo tuttavia preoccupati della cosa ed abbiamo analizzato l'errore relativo dovuto alla squilibrio delle tensioni. (Vedi Appendice). Il calcolo mostra che gli errori commessi sono errori di secondo ordine nei riguardi del risultato finale; vale a dire che se gli squilibrii fra le tensioni sono per esempio dell'ordine del 5 % l'ordine di grandezza dell'errore finale sarà solamente del 0,25 % circa. Con ciò, dati gli squilibrii nelle tensioni che si riscontrano d'ordinario, si può ritenere che gli errori saranno sempre praticamente trascurabili.

Finalmente è da ricordare che il metodo dà direttamente il segno dello spostamento, ciò che è importantissimo ovunque siano motori sincroni. I suoi risultati sono infatti perfettamente equivalenti a quelli dei migliori fasometri, che sono sempre apparecchi costosi e delicati, ed inoltre hanno generalmente la scala limitata a $\cos \varphi = 0,5$.

Nei riguardi dell'applicabilità il nuovo sistema presenta il pregio evidente di potersi usare con qualunque wattmetro trifase esistente, senza menomamente modificare l'apparecchio.

Il prof. Arnò ha trovato il modo di ottenere da un ordinario wattmetro il valore dei voltampère. Noi, pur riconoscendo la ingegnosità della sua idea, di esagerare un errore sistematico degli strumenti per ricavare approssimatamente il valore della potenza apparente, dobbiamo ricordare che il suo sistema richiede l'aggiunta al wattmetro della bobina induttiva; non serve perciò che per una data frequenza, ed essendo basato sopra una approssimazione, ha dei campi d'applicazione limitati. Oggi si tende sempre più alla marcia in parallelo di molte centrali. In tali condizioni di cose il fattore di potenza delle varie centrali collegate può variare facilmente entro limiti assai ampi da un momento all'altro, per una semplice variazione dell'eccitazione di una di esse. Si vede poco in tal caso l'utilità di un voltampermetro il quale dà degli errori inferiori al ± 2 % solo fra $\cos \varphi = 0,5$ e $\cos \varphi = 0,9$; è già errato del 24 % con $\cos \varphi = 1$ e del 34 % con solo 0,95 di $\cos \varphi$ in anticipo.

Abbiamo visto che tutto il calcolo si riduce ad una divisione ed alla lettura di una tabella o di una curva. Ora è interessante vedere come in vari modi si possa eliminare ogni calcolo.

Dato che il $\cos \Phi$ è funzione del rapporto $\frac{W'}{W}$ si può p. es. far uso di un regolo calcolatore munito di una scala ausiliaria coi valori di $\cos \Phi$. in modo che, eseguendo il rapporto $\frac{W'}{W}$ come d'or-

dinario, si possa leggere direttamente il valore del fattore di potenza.

Meglio forse può servire l'uso di un semplice apparecchio come quello della fig. 7 il quale in sostanza ripete la costruzione grafica

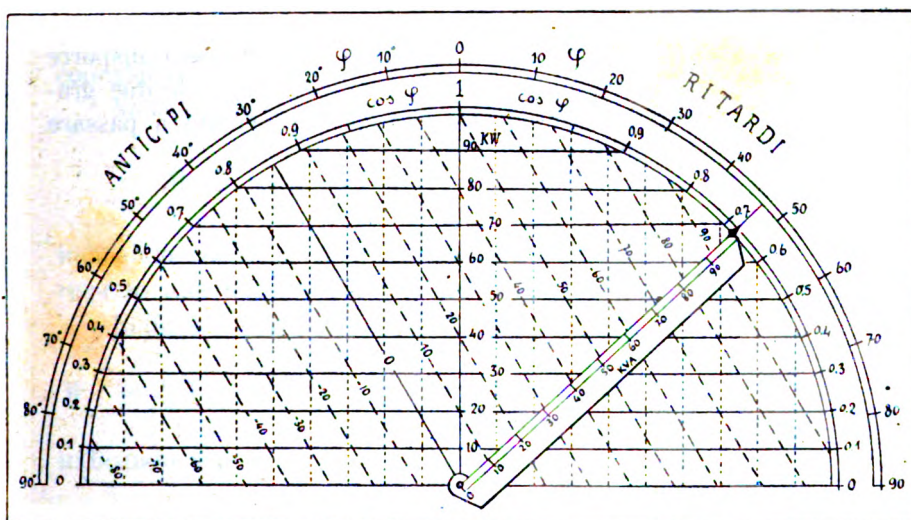


Fig. 7.

del diagramma della fig. 1. Nel campo dell'apparecchio si hanno due rigature formanti fra loro un angolo di 60° , e graduate in Kwatt. Le due rigature possono essere di diverso colore per maggior evidenza. Nel centro del semicerchio è imperniato un regolo graduato colla stessa scala delle rigature e collo zero coincidente col pernio. Letti i due valori W e W' basta individuare il punto in cui la linea orizzontale corrispondente al valore W interseca la linea inclinata corrispondente a W' . Portando il regolo mobile sul punto stesso, sulla graduazione da esso portata si leggono diret-

tamente i voltampère mentre il suo estremo dà sulla scala circolare i valori di $\cos \Phi$ e di Φ .

Una terza rigatura verticale colla linea di zero nel mezzo, permetterà di leggere direttamente il valore della potenza reattiva o in quadratura.

Nel caso della fig. 7 per es. si suppone di aver letto

$$W = 50 \text{ Kw.}$$

$$W' = 72 \text{ Kw.}$$

Il punto di intersezione delle rette corrispondenti indica sulla scala mobile una potenza apparente di circa 73 KVA, e sulla rigatura verticale una potenza in quadratura di 54 Kw., mentre l'estremo del regolo mobile segna $\cos \Phi = 0,68$ circa $\Phi = 53^\circ$.

Infine è facile immaginare una disposizione cinematica che, ove ne valga la pena, faciliti ancora l'operazione, eliminando la ricerca del punto di intersezione delle due rette. Basterà disporre due regoli che possano essere spostati parallelamente alle due graduazioni mentre un cursore obbliga il regolo imperniato a passare sempre per il loro punto di incrocio.

APPENDICE

L'importanza degli errori sistematici derivanti da un eventuale squilibrio delle tensioni si può analizzare come segue.

Si supponga di avere inseriti i due Wattmetri elementari sulle fasi 3 e 1 e siano V_{12} , V_{23} e V_{31} i valori efficaci delle tre tensioni concatenate.

Nelle condizioni ordinarie, per la misura della potenza W sarà

$$W_1 = I_3 V_{32} \cos \psi_1 \qquad W_2 = I_1 V_{12} \cos \psi_2$$

indicando con ψ_1 e ψ_2 gli angoli di ritardo delle correnti I_3 ed I_1 rispetto alle tensioni V_{32} e rispettivamente V_{12} .

Nella seconda fase sarà

$$W'_1 = I_3 V_{12} \cos (60^\circ + \alpha - \psi_1) \qquad W'_2 = I_1 V_{13} \cos (60 + \beta - \psi_2)$$

indicando con

$60 + \alpha$ il ritardo di V_{12} rispetto a V_{32} e con

$60 + \beta$ il ritardo di V_{13} rispetto a V_{12}

Considerando che in generale α e β sono angoli piccoli si può scrivere:

$$W'_1 = I_3 V_{32} \{ \cos (60 - \psi_1) - \alpha \sin (60 - \psi_1) \}$$

Pongasi

$$V_{12} = V_{32} (1 + \varepsilon)$$

Si ottiene:

$$W'_1 = W_1 \left(\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2} \alpha \right) (1 + \varepsilon) + R_1 \left(\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{\alpha}{2} \right) (1 + \varepsilon).$$

Affatto analogamente ponendo:

$$V_{13} = V_{12} (1 + \eta)$$

Si ottiene:

$$W'_1 = W_2 \left(\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2} \beta \right) (1 + \eta) + R_2 \left(\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{\beta}{2} \right) (1 + \eta).$$

Sommando, sviluppando e raccogliendo, e trascurando i termini in $\varepsilon \alpha$ o in $\eta \beta$ si ottiene:

$$\begin{aligned} W'_1 + W'_2 &= \frac{1}{2} W + \frac{\sqrt{3}}{2} R + W_1 \left(\frac{\varepsilon}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2} \alpha \right) + \\ &+ W_2 \left(\frac{\eta}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2} \beta \right) + R_1 \left(\frac{\alpha}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2} \varepsilon \right) + R_2 \left(\frac{\beta}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2} \eta \right) = \\ &= \frac{1}{2} W + \frac{\sqrt{3}}{2} R + \omega. \end{aligned}$$

Poichè l'errore assoluto commesso nella valutazione di W' è:

$$W'_1 + W'_2 - \left(\frac{1}{2} W + \frac{\sqrt{3}}{2} R \right) = \omega$$

L'errore relativo nella misura di W' e quindi nella misura del rapporto $x = \frac{W'}{W}$ sarà evidentemente:

$$\frac{d x}{x} = \frac{\omega}{W'} = \frac{\omega}{\frac{1}{2} W + \frac{\sqrt{3}}{2} R}.$$

I valori relativi di W_1 W_2 R_1 R_2 dipendono non solo dal valore di Φ ma anche dallo squilibrio del sistema: trattandosi però

di calcolare un errore, non sarà illecito attribuire loro i valori che avrebbero con carico equilibrato. Risulta in tal caso che:

$$\begin{aligned} W_1 &= \frac{W}{2} + \frac{R}{2\sqrt{3}} & W_2 &= \frac{W}{2} - \frac{R}{2\sqrt{3}} \\ R_1 &= \frac{R}{2} - \frac{W}{2\sqrt{3}} & R_2 &= \frac{R}{2} + \frac{W}{2\sqrt{3}} \end{aligned}$$

D'altra parte è sempre $R = W \operatorname{tg} \Phi$.

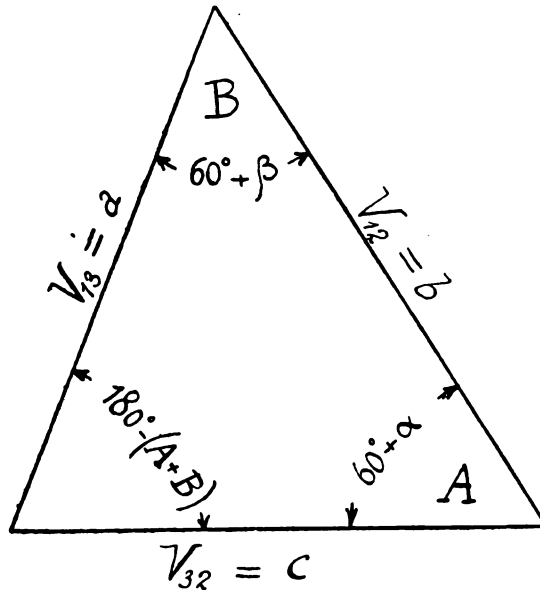


Fig. 8.

Sostituendo, sviluppando e raccogliendo si trova:

$$1) \quad \frac{dx}{x} = \frac{\left\{ \eta - \frac{2}{\sqrt{3}} \left(a + \frac{\beta}{2} \right) \right\} + \operatorname{tg} \Phi \left(\frac{\varepsilon}{\sqrt{3}} + \frac{\eta}{2\sqrt{3}} + \frac{\beta}{2} \right)}{1 + \sqrt{3} \operatorname{tg} \Phi}.$$

Ora i termini α , β , ε , η non sono indipendenti.

Considerando il triangolo delle tensioni (vedi fig. 8) possiamo scrivere:

$$\frac{\operatorname{sen} A}{a} = \frac{\operatorname{sen} B}{b} = \frac{\operatorname{sen} (A + B)}{c}$$

essendo $A = 60^\circ + \alpha$ e $B = 60^\circ + \beta$.

Poichè sempre α e β sono angoli piccoli si può porre:

$$\operatorname{sen} A \simeq \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{\alpha}{2}$$

$$\operatorname{sen} B \simeq \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{\beta}{2}$$

$$\operatorname{sen} (A + B) \simeq \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{\alpha + \beta}{2}.$$

D'altra parte:

$$\varepsilon = \frac{V_{12} - V_{32}}{V_{32}} = \frac{b - c}{c} = \frac{\operatorname{sen} (A + B) - \operatorname{sen} B}{\operatorname{sen} B}$$

$$\eta = \frac{V_{13} - V_{12}}{V_{12}} = \frac{a - b}{b} = \frac{\operatorname{sen} A - \operatorname{sen} (A + B)}{\operatorname{sen} A + B}$$

Sostituendo si ricava:

$$\varepsilon = -\frac{\alpha + 2\beta}{\sqrt{3} + \beta} \quad \eta = \frac{\beta + 2\alpha}{\sqrt{3} - (\alpha + \beta)}.$$

In generale saranno date le tensioni e quindi ε ed η . Risolviamo pertanto le due equazioni rispetto ad α e β trascurando i termini in ε^2 ed η^2 rispetto a quelli in ε ed η e, nel denominatore, il termine $2\varepsilon + \eta$ rispetto al numero 3. Si ricava:

$$\alpha = -\frac{\varepsilon + 2\eta}{\sqrt{3}} \quad \beta = -\frac{2\varepsilon + \eta}{\sqrt{3}}.$$

Sostituendo questi valori nella 1) risulta:

$$\eta - \frac{2}{\sqrt{3}} \left(\alpha + \frac{\beta}{2} \right) = 0$$

$$-\frac{\varepsilon}{\sqrt{3}} + \frac{\eta}{2\sqrt{3}} + \frac{\beta}{2} = 0$$

$$\frac{dx}{x} = 0.$$

Cioè il fatto che le tensioni siano comunque squilibrate non produce *nessun* errore sul valore di x e quindi sul valore di $\cos \Phi$ da questo ricavato.

Questo risultato è però solamente approssimato. Infatti nelle suesposte calcolazioni si sono trascurati tutti i termini che contenevano gli errori ε ed η alla seconda potenza rispetto ai termini in ε ed η ; il termine $2\varepsilon + \eta$ rispetto al numero 3, e si è inoltre supposto $\cos \alpha = 1$, $\cos \beta = 1$.

Perciò il risultato a cui si è giunti potrà essere così sintetizzato:

Gli errori che il metodo proposto introduce nella misura di $\cos \Phi$ per effetto di uno squilibrio nelle tensioni sono dell'ordine di *grandezza* delle differenze relative ε ed η (che si hanno fra le tensioni) *innalzate al quadrato*.

È infatti evidente che tutte le approssimazioni introdotte nel calcolo si riducono (anche dove ciò non è esplicitamente detto) a trascurare in una serie tutti i termini correttivi d'ordine superiore al primo.

N. 3.

GLI INTERRUTTORI AUTOMATICI
IN UN SERVIZIO DI DISTRIBUZIONE D'ENERGIA

*Comunicazione del Socio Ing. A. GRONDA alla Sezione di Milano
il 22 Dicembre 1911*

La taratura degli automatici occupa, e sovente preoccupa, il distributore d'energia, perchè, coi dispositivi attualmente in commercio, non è sempre possibile raggiungere lo scopo definitivo di semplificare ed assicurare l'esercizio della distribuzione, ed impedire che perturbazioni localizzate in certi punti di una rete si ripercuotano su tutta la rete interessata.

A prima vista pare che si possa ottenere facilmente una soluzione pratica e sicura, col curare assiduamente la taratura degli automatici in modo da mantenerla strettamente legata alla grandezza del carico nelle singole derivazioni, e lasciare invece una tolleranza di sovraccarico sempre maggiore sulle linee principali e sulle centrali. — Se poi si può disporre di apparecchi a tempo, coi quali dovrebbe riuscire possibile coordinare il funzionamento degli interruttori anche indipendentemente dalla grandezza del sovraccarico, sembra eliminata ogni difficoltà.

È un'illusione che la pratica s'incarica di sfatare facilmente, e di ciò sono ben persuasi tutti coloro che hanno dovuto occuparsi del funzionamento degli automatici in esercizio.

Fra costoro non sono pochi quelli che preferiscono eliminare ogni automatismo, persuasi essere impossibile il funzionamento di una serie di dispositivi con quella coordinazione perfetta che sarebbe necessaria. Nè si può dar loro completamente torto; qualche citazione, a solo esempio, ce ne persuade. Non è raro il caso di veder funzionare, con apparente simultaneità quattro o cinque apparecchi, posti in serie su una linea, per un sol difetto che si ve-

rifica all'estremo della linea; ciò benchè gli apparecchi siano perfettamente tarati in rispettiva correlazione tanto pel tempo, che pel carico. Come è anche possibile — io l'ebbi a constatare praticamente — che un dispositivo, messo a proteggere una derivazione, funzioni per un guasto prodottosi prima dell'automatico, cioè verso le centrali generatrici.

Una spiegazione logica di tali fenomeni, apparentemente arbitrari, si trova però sempre; deve quindi essere possibile eliminare l'arbitrarietà nel funzionamento di questi delicati dispositivi. Sovente la spiegazione va cercata nelle caratteristiche dei singoli dispositivi di automatismo; qualche volta nelle particolari condizioni del sistema di distribuzione, delle reti e del macchinario collegato.

Un rapido esame delle caratteristiche di funzionamento dei diversi dispositivi che si trovano in commercio e delle esigenze di esercizio di una grande rete di distribuzione, ci fa escludere l'adozione, per queste reti, dispositivi a funzionamento istantaneo. Nelle singole derivazioni di una rete, il carico varia di ora in ora, ed è evidentemente impossibile seguire colla taratura tali variazioni. Inoltre i dispositivi sopra citati sono quasi tutti elettro-magnetici, a proiettile o ad ancora succhiata, nei quali lo sforzo attivo in taratura dipende dal flusso magnetico, e quindi dalla *variazione istantanea* della corrente che percorre l'avvolgimento. Coll'attacco di una macchina o di una linea qualsiasi, questa variazione istantanea può essere rilevante quand'anche il valore efficace della corrente aggiunta sia limitato; ne derivano funzionamenti degli automatici non giustificati da alcun carico effettivo e, in sostanza, dannosi alla regolarità dell'esercizio.

Neppure conviene adoperare apparecchi basati sopra gli effetti calorici della corrente: quali le valvole, i relais a fusibile tipo Gadda, o a filo caldo tipo Siemens, ecc. A parte altri appunti che si possono fare, il loro funzionamento dipende — oltre che da condizioni di messa in opera e di ambiente — dall'andamento del carico che precede il sovraccarico da staccare; è quindi impossibile il predisporre un determinato ritardo allo sgancio, specie se, come in pratica, la percentuale del sovraccarico può essere elevatissima.

Nell'esercizio di una grande distribuzione quasi tutte le perturbazioni che dovrebbero provocare il funzionamento degli automatici hanno la caratteristica del corto circuito; cioè presentano assorbimenti in ampère relevantissimi rispetto all'amperaggio normale di linea. Questo fenomeno va sempre più accentuandosi; sia per le tensioni di esercizio sempre più elevate, sia per l'abbandono

dei sostegni in legno che limitavano, nell'entità degli effetti, le perturbazioni dovute a difetti in linea.

Ne deriva l'assoluta impossibilità di coordinare il funzionamento di successivi automatici colla sola taratura ampermetrica, e la necessità di adottare dispositivi a tempo. Solo con tali dispositivi si potrà sperare di ottenere, nel funzionamento degli automatici, quell'ordine di successione che ci possa permettere di localizzare eventuali guasti e limitare le perturbazioni alla zona più ristretta possibile. Esaminiamo perciò alcuni fra i migliori dispositivi a tempo che, io credo, si riducono ancora ai relais a disco girante, nei diversi tipi delle case costruttrici di macchinario elettrico: Brown-Boveri, Siemens Schuckert, Alioth, Oerlikon, ecc.

Il principio su cui si basano questi apparecchi è unico e certamente noto. Un disco di materiale elettrico è influenzato da un campo magnetico rotante prodotto nell'intraferro di un nucleo dall'azione di uno o due anelli di rame che abbracciano parte delle espansioni polari del nucleo. Una porzione del flusso principale, generato nel nucleo da un apposito avvolgimento, si concatena coll'anello di rame e, per azione magneto-elettrica, genera un flusso secondario spostato di fase rispetto al flusso primitivo.

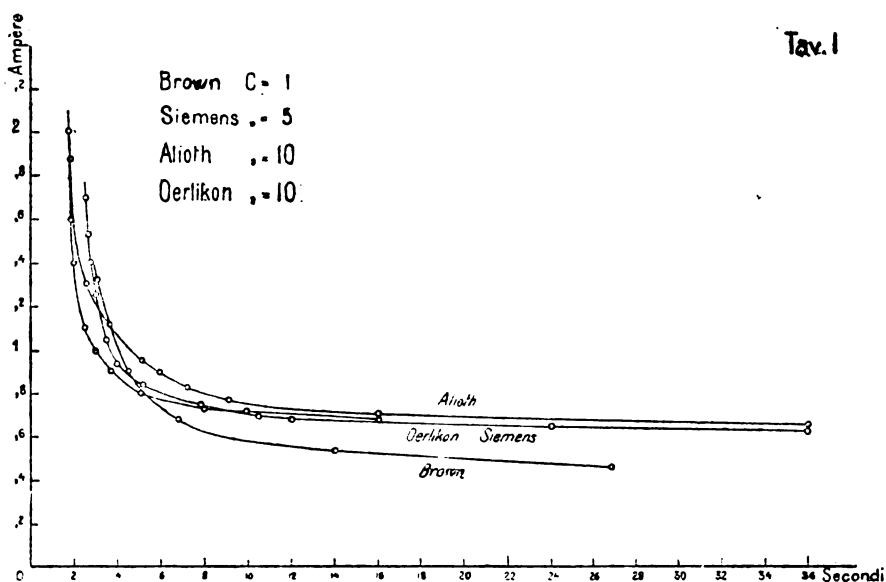
La parte dell'espansione polare abbracciata dall'anello si trova quindi sede di due flussi magnetici che danno, per risultante, un flusso spostato di direzione e di fase rispetto al primitivo, mentre parte del flusso primitivo agisce, invariata, sulla espansione non abbracciata. Dall'insieme di questi due flussi spostati, l'uno rispetto all'altro, di direzione e di fase risulta un campo rotante ellittico, nell'interferro che, agendo sul disco di materiale elettrico, produce una coppia che tende a far girare il disco. Questa coppia attiva deve vincere l'azione antagonista di una molla o di un peso per mettere in movimento il disco e, dopo un certo numero di giri, provocare lo sgancio dell'interruttore per mezzo di un contatto che, di solito, chiama in gioco una fonte sussidiaria di energia.

Il sistema di taratura varia nei diversi tipi di apparecchi. Nel relais Brown Boveri la taratura si ottiene col diverso orientamento dell'anello di rame; nel Siemens e nell'Oerlikon collo spostare la bobina induttrice, e quindi il campo magnetico, rispetto al disco girevole; nell'Alioth coll'aumentare il braccio del peso reagente, ecc., ecc.

In tutti però, fissata una determinata taratura, il momento attivo cresce rapidamente col crescere della corrente che circola nella bobina; perciò aumenta, rapidamente la velocità del disco. Ne con-

segue che il tempo di ritardo allo sgancio diminuisce rapidamente, riducendosi a pochissimi secondi, appena il valore dell'intensità di corrente supera di qualche poco quello di taratura.

In questi apparecchi, i costruttori si sono dunque prefissi di commisurare esattamente in un determinato punto il valore della corrente; sono anche riusciti, a volta con felici dispositivi, a mantenere pressochè uniforme la scala del tempo e cioè a mantenere fissa la velocità del disco per un determinato valore della corrente. Ma nessuno è riuscito, forse nessuno si è prefisso, di mantenere costante il tempo di ritardo allo sgancio, mentre questa era, se non l'unica,



la più impellente necessità del distributore che, per quanto si è detto, non può per altra via arrivare ad un'organica sistemazione de' suoi apparecchi.

Qui sopra espongo, raccolti nella Tav. I i diagrammi di funzionamento dei diversi tipi di relais da me esaminati. Le ascisse rappresentano il tempo di ritardo allo sgancio in secondi quando si approfitti di tutta la scala disponibile nell'apparecchio, mentre le ordinate rappresentano la corrente in percento della corrente normale per cui è costruito l'apparecchio. Le curve furono ottenute predisponendo gli apparecchi alla loro massima sensibilità e si presentano tutte con due rami assintotici a rette parallele agli assi delle coordinate. Gli assintoti orizzontali non coincidono nella figura,

ma si potrebbero portare a coincidere variando la taratura di qualcuno degli apparecchi con che la rispettiva caratteristica varia di poco e la si può ritenere traslata lungo l'asse delle ordinate.

Si rileva subito, ed è quanto ci preme, che l'assintoto verticale delle singole curve tende a coincidere per tutte in una sola retta molto vicina all'asse delle ordinate. Si rileva cioè che per tutti i relais rappresentati, raggiunta una certa percentuale di sovraccarico, il tempo di ritardo si abbassa rapidamente riducendosi fra uno e due secondi e rendendo così impossibile un efficace coordinamento nel tempo di diversi apparecchi in serie.

La forte velocità assunta dalle parti mobili del relais sotto un grande sovraccarico spiega anche l'apparente contemporaneità di funzionamento di parecchi dispositivi messi in serie.

L'equipaggio mobile, sotto l'azione del sovraccarico, acquista una certa forza viva che lo mantiene in movimento anche quando il carico viene tolto. L'equipaggio dunque può percorrere un certo spazio, e può arrivare a provocare il funzionamento del relativo automatico, anche dopo l'avvenuto funzionamento di un altro interruttore che ha tolto il sovraccarico.

Sotto questo punto di vista saranno quindi a preferirsi quegli apparecchi che hanno le parti mobili più leggere.

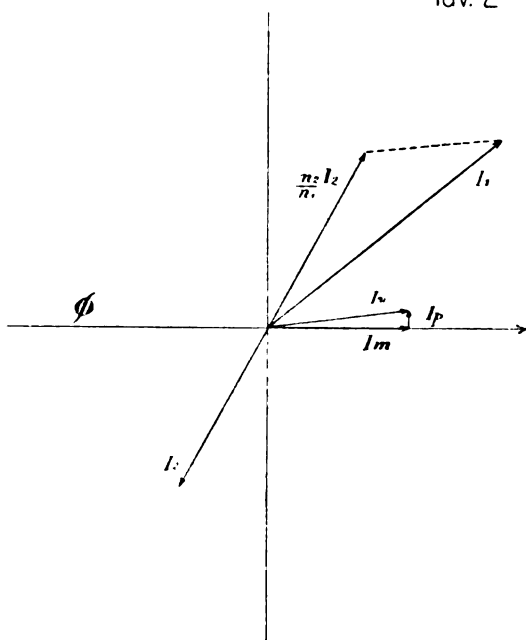
Tali sono i difetti principali di questi dispositivi e sono dovuti, credo, a imperfetta conoscenza che il costruttore ha delle esigenze pratiche che si debbono soddisfare per rendere accetto un servizio di distribuzione; oppure a una eccessiva preoccupazione di proteggere il macchinario anche a danno del regolare servizio. Dico eccessiva preoccupazione, perchè quando un sovraccarico venisse limitato a 10, 15 secondi, per quanto percentualmente elevato, non potrebbe, solo per la sua permanenza, danneggiare alcun macchinario. I danni che si potranno rilevare saranno piuttosto da riferirsi alle perturbazioni elettro-magnetiche e agli sforzi meccanici che si producono nell'istante in cui si determina e si stacca il sovraccarico, e non potranno quindi essere eliminati coll'abbreviare la durata del sovraccarico. Anzi si avrà certo qualche vantaggio se lo stacco avverrà parzialmente; il che si cerca di ottenere appunto col localizzare ed eliminare il guasto prima che gli interruttori generali delle centrali entrino in funzione.

Arrivato a questo punto, e constatato che, almeno a mia conoscenza, nessun costruttore aveva risolto il problema come più ci interessa, ho dovuto occuparmi di trovare una soluzione soddisfacente per noi distributori.

Naturalmente ho lavorato sui relais che avevo a disposizione, tentando di ottenere un sistema che garantisse un ritardo allo sgancio pressochè fisso ed indipendente dalla percentuale di sovraccarico. Dapprima ho tentato di intensificare lo smorzamento magnetico, già adottato da quasi tutti i costruttori; poi d'applicare smorzatori ad aria e ad olio; ed infine ho pure tentato di applicare un regolatore a movimento d'orologeria, senza però arrivare a risultati che mi accontentassero.

Forse, con mezzi più perfetti di quelli a mia disposizione, non sarà impossibile risolvere il problema anche con tali dispositivi;

Tav. 2



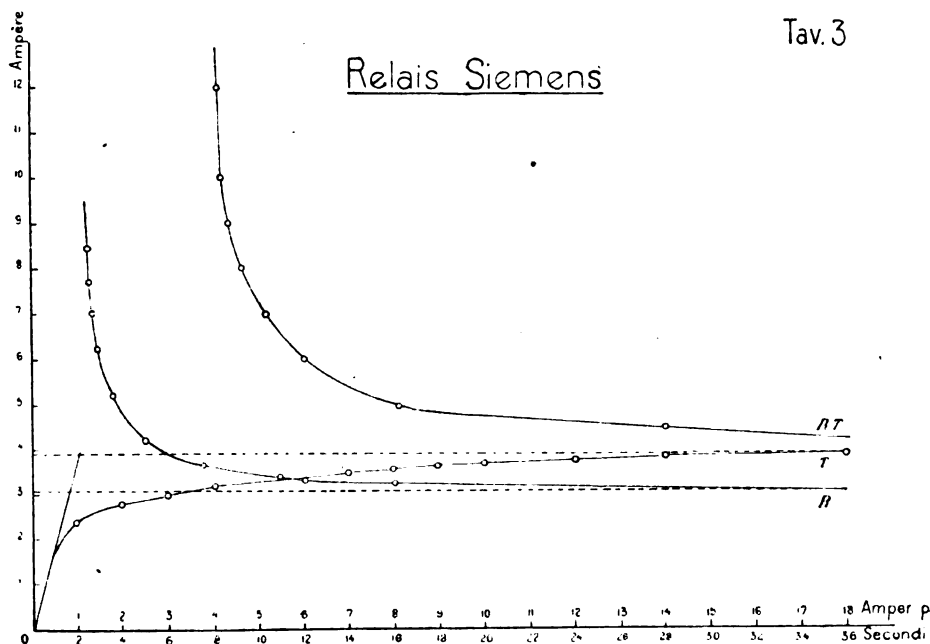
specie coll'ultimo, che a me presentò la difficoltà di assicurare il funzionamento dell'ancora quando lo sforzo in gioco aumentava in modo rilevante.

Ho preferito abbandonare tali tentativi, e cercare una soluzione di indole elettrica che mi riuscì semplicissima. Ho pensato cioè, di inserire il relais sul secondario di un trasformatore di corrente, il cui primario veniva alimentato dalla corrente che prima andava al relais.

Il trasformatore introdotto doveva però essere costruito in modo speciale, e tale che il rapporto di trasformazione non fosse costante,

ma fortemente variabile; almeno oltre un certo valore degli ampère primari, gli ampère secondari dovevano tendere ad un limite fisso.

Riferendoci al diagramma vettoriale, ben noto, di un riduttore di corrente applicato ad un riduttore con ferro molto limitato, tanto che esso lavori subito a saturazione, rileviamo facilmente che la corrente I_c (Tav. 2), necessaria ad una determinata magnetizzazione rimane piccola in rapporto alle correnti primaria e secondaria, solo quando il trasformatore è a carico bassissimo. Appena aumenta la corrente primaria, il ferro si satura e la corrente



magnetizzante aumenta fortemente anche con piccole variazioni del flusso, e quindi con piccole variazioni della corrente secondaria. Allora non è più lecito ritenere fisso il rapporto fra corrente primaria e secondaria, perchè tale rapporto varia continuamente col carico; così pure varia continuamente lo sfasamento tra le correnti dei due circuiti.

Se poi si scelgono opportunamente anche i numeri delle spire dei due avvolgimenti, in relazione all'impedenza del circuito secondario e agli ampère che vi si vogliono far circolare, e si costruisce il trasformatore in modo da favorire i flussi dispersi, nella bobina primaria, si riesce facilmente ad ottenere una curva del rapporto

di trasformazione che ricorda la curva di magnetizzazione dei ferromagnetici e che soddisfa le nostre esigenze.

Riporto, nelle tavole 3 e 4, segnate colla lettera T , due curve, che possiamo chiamare caratteristiche, di siffatti riduttori costruiti uno per l'inserzione sopra un relais Siemens, l'altro per un relais Alioth. L'andamento di tali caratteristiche e il ragionamento di cui sopra, ci suggeriscono poi la convenienza di adottare come materiale magnetico il ferro laminato con buone proprietà magnetiche, interessandoci che la saturazione del ferro non si raggiunga per bassi valori della corrente magnetizzante, ma si abbia rapidamente per piccole variazioni di corrente a partire da un certo punto.

Rilevo subito, che una tale caratteristica di trasformazione non è fissa per un determinato trasformatore, ma varia, ed anche rilevantemente, col variare dell'impedenza del circuito secondario; essa è quindi strettamente relativa ad un determinato secondario.

Ciò è dovuto al fatto che, nelle condizioni in cui lavora il trasformatore così costruito, il flusso risultante che si concatena colla bobina secondaria, e quindi la forza elettromotrice secondaria, è pressochè indipendente dalla corrente che circola nel secondario, onde la corrente secondaria deve variare in rapporto inverso della impedenza complessiva del circuito.

Però il medesimo trasformatore può benissimo servire per diversi relais di un medesimo tipo, ed è questa la sola condizione necessaria per poter costruire tali trasformatori anche in serie senza inconvenienti.

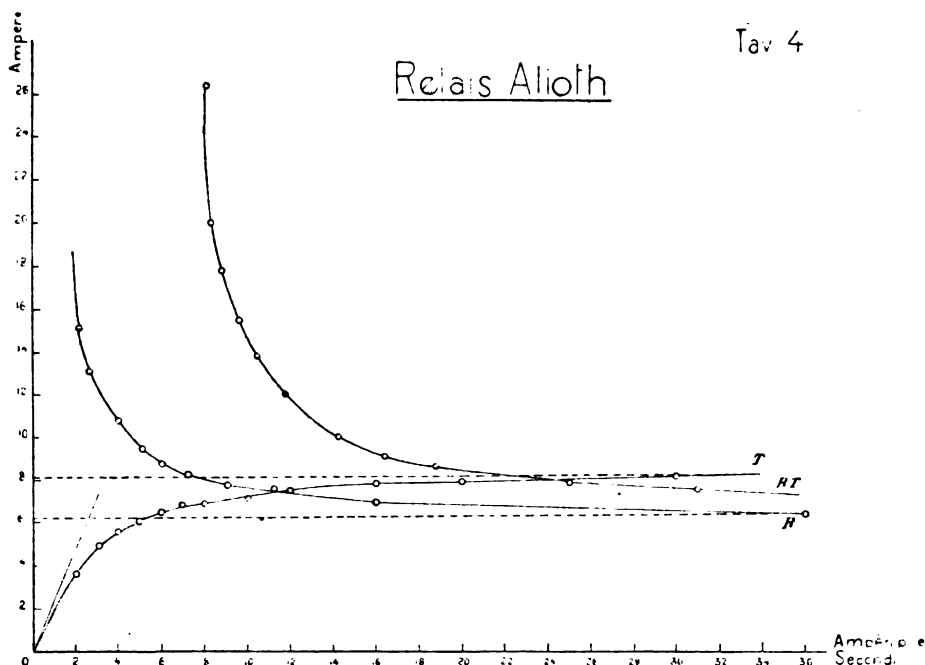
Nella Tav. 3 la curva T rappresenta il diagramma del riduttore costruito per un relais Siemens (ascisse ampère primari, ordinate ampère secondari) e la curva R il diagramma del relais stesso (ascisse tempo in secondi, ordinate ampère sul relais), la curva RT (ascisse tempo, ordinate ampère in linea) che si ricava dalle prime, rappresenta il diagramma del relais montato col riduttore.

Si rileva subito che, se le due curve T ed R sono scelte opportunamente, la caratteristica RT può essere completamente soddisfacente, perchè garantisce un ritardo allo sgancio di 10-12" anche con un amperaggio infinito.

Naturalmente così montato il relais non ha più la taratura assolutamente libera; se, variando la taratura del relais, cioè spostando la curva R rispetto alla T , si fa in modo che le due curve non si intersechino, non sarà più possibile il funzionamento del relais, neppure con un carico elevatissimo. Per l'opposto, abbas-

sando la R si perderà nell'efficacia del dispositivo. Le condizioni migliori si hanno quando le due curve si tagliano, ma non si sovrappongono di molto, precisamente come risultano disposte nelle figure riportate.

Tali condizioni sono sempre ottenibili perchè la caratteristica del relais si sposta coi comuni dispositivi preparati nell'apparecchio e quella del trasformatore si può variare facilmente aumentando o diminuendo pochissime lamine del nucleo.



Nella Tav. 4 riporto analoghi diagrammi ma riferentesi ad un relais Alioth con smorzamento magnetico e relativo trasformatore.

Entrambi i dispositivi sono in servizio con perfetto funzionamento da diversi mesi in due centrali della Soc. Elettrica Bresciana, quella di Mazzunno e quella di Cedegolo, che alimentano una complessa rete di trasporto stesa per diverse centinaia di Km. dall'Alta Valle Camonica a Brescia, Cremona, Mantova, Parma, Reggio e Modena con diverse derivazioni e diramazioni che ne rendono l'esercizio particolarmente difficile.

Ho voluto esporre queste poche parole sull'argomento, non tanto per la soluzione adottata, quanto perchè ritengo che i comuni

dispositivi d'automatismo non sono ancora sufficientemente svolti dai costruttori, e sarò contento se avrò affacciata intera l'esigenza nostra di distributori d'energia.

Sono persuaso che, volendo, i nostri costruttori sapranno risolvere il problema in modo migliore di quanto abbia potuto fare io, e con criteri affatto diversi: pure mi sembra che il principio di approfittare della saturazione del ferro, per impedire che gli sforzi in gioco nei dispositivi d'automatismo superino certi limiti, possa essere, da loro, utilmente applicato, anche direttamente sui relais e senza il bisogno d'introdurre un trasformatore apposito.

N. 4.

INIZIATIVE IN MERITO AGLI STUDI GOVERNATIVI
PER LA MODIFICAZIONE
DELLA TASSA DI CONSUMO SULL'ENERGIA ELETTRICA
PER LUCE E RISCALDAMENTO

Il Ministero delle Finanze con decreto 15 dicembre 1911 ha nominata una Commissione con « incarico di procedere agli studi occorrenti e di fare le proposte che stimerà opportune » per introdurre nella legislazione attuale che riguardo la tassa sul gas luce e sulla energia elettrica per luce e riscaldamento le riforme che saranno ritenute necessarie « al duplice scopo di rendere detta legislazione del tutto rispondente ai progressi fatti dalla tecnica industriale e di eliminare gli inconvenienti verificatisi nel campo pratico ».

Già il 1° dicembre 1911 la Sezione di Torino dell'A. E. I. su proposta del Prof. L. Ferrari deliberava di invitare la Presidenza Generale a prendere l'iniziativa di studi su tale argomento sapendosi già che il Governo intendeva rimaneggiare la legge.

Nell'imminenza poi della prima adunanza della Commissione Governativa la Sezione di Milano dell'A. E. I. d'accordo colla Associazione Esercenti Imprese Elettriche discusse l'argomento ed elaborò memoriali che fece rimettere privatamente ai membri della Commissione.

Il Presidente della Sede Centrale intanto convocò pel 28 gennaio d'urgenza una adunanza di delegati delle Sezioni in numero di uno per ciascuna perchè esprimessero il loro avviso sull'argomento.

La Commissione risultò composta dei signori Soci: Lori, Parvupassu, Bianchi, Amati, Königsheim, Mengarini, Panzarasa; intervennero cortesemente anche i Soci Esterle, Bertini, Clerici C., Civita.

La Commissione votò l'ordine del giorno qui avanti riportato. Ad esso crediamo pure utile far seguire anche l'ordine del giorno votato dall'Associazione degli Esercenti Imprese Elettriche in merito allo stesso argomento.

ORDINE DEL GIORNO

Votato dall'Assemblea speciale dei Delegati dell'Associazione Elettrotecnica Italiana nell'Adunanza tenuta a Milano il giorno 23 Gennaio 1912.

(Presentato alla Commissione nominata dal Ministero delle Finanze nella Seduta del 1 Febbraio 1912 dai Proff. LORI e MENGARINI).

L'Associazione Elettrotecnica Italiana, vista la nomina fatta da S. E. il Ministro delle Finanze di una Commissione incaricata di procedere a studi e proposte di modificazioni della tassa sul consumo del gas luce e dell'energia elettrica a scopo di illuminazione e riscaldamento, ha esaminato i vari sistemi di tassazione, specialmente sotto il punto di vista dello sviluppo delle Applicazioni Elettrotecniche, ed è pervenuta alle conclusioni seguenti:

1) Esiste una sperequazione fra le aliquote della tassa sul gas e sulla energia elettrica, sperequazione che deve essere emendata.

2) L'attuale tassazione dell'energia elettrica proibisce lo sviluppo dell'applicazione di essa al riscaldamento.

3) Il riscaldamento elettrico può svilupparsi soltanto alla condizione che l'energia elettrica per il riscaldamento importi mitissima spesa e che gli utenti possano gradatamente e direttamente inserire gli apparecchi di riscaldamento sul circuito che già possiedono.

4) La tassa deve essere limitata all'energia impiegata direttamente per l'illuminazione.

5) Come conseguenza di queste premesse, appare evidente che fra i sistemi di tassazione finora considerati è da preferire quello tedesco, secondo il quale la tassa viene applicata solamente ad ogni apparecchio produttore di luce, sistema che si presta anche a facilitare la perequazione delle tasse sui diversi sistemi di illuminazione.

★★

In via subordinata l'Associazione Elettrotecnica Italiana ha poi esaminato anche i sistemi che permettono di avvicinarsi al conseguimento dei fini suesposti, e ciò pel caso in cui lo Stato non creda di cambiare radicalmente il sistema attuale e come conseguenza di questo esame raccomanderebbe:

1) che sia abolita qualunque tassa sull'energia utilizzata dagli utenti con apparecchi inseriti in circuiti che non contengano apparecchi di illuminazione.

2) che l'energia elettrica per l'illuminazione o per illuminazione e riscaldamento su di un medesimo circuito sia tassata in misura proporzionale all'energia stessa e non mai superiore a cent. uno per Kilo-wattora, integrando questa tassa mediante una tassa speciale sulle lampadine e sulle altre sorgenti di luce secondo il sistema tedesco.

★★

Qualora non venissero accolte le precedenti proposte nella revisione della legge attuale, l'Associazione Elettrotecnica Italiana chieda al Governo:

1) La perequazione dell'aliquota della tassa.

2) L'abolizione della tassa sul riscaldamento elettrico per qualsiasi uso.

3) La tassazione dei *forfait* in base ad una tassa per Kilovatt impegnato e non per candela, estendendo a tutti i Comuni il limite massimo fissato ora per i Comuni di popolazione inferiore a 10 mila abitanti.

ORDINE DEL GIORNO

dell'Associazione Utenti Imprese Elettriche

votato il 28 gennaio 1912.

L'Associazione Esercenti Imprese Elettriche in Italia, si pregia concretare come segue i suoi desideri in merito alla riforma da introdursi nella legislazione attuale che riguarda la tassa sul gas luce e sulla energia elettrica, al duplice scopo di rendere detta legislazione del tutto rispondente ai progressi fatti dalla tecnica industriale e di eliminare gli inconvenienti verificatisi nel campo pratico.

1) È necessario, per ragioni di equità, che l'aliquota della tassa che ora colpisce l'energia elettrica sia resa equivalente a quella che grava sul gas, essendo noto che alla tassa di cent. 2 per m. c. di gas dovrebbe corrispondere, tenendo conto degli attuali rendimenti luminosi e calorifici degli apparecchi di illuminazione, la tassa di kilovatt-ora di cent. 3,5 per l'energia elettrica impiegata a scopo d'illuminazione e di cent. 0,5 per l'energia elettrica usata per riscaldamento.

2) Essendo facilmente dimostrabile che il riscaldamento elettrico non potrà introdursi e diffondersi in Italia se non alla condizione che il prezzo dell'energia elettrica sia bassissimo, ogni tassa anche minima, che lo colpisse costituirebbe un gravissimo ostacolo alla sua diffusione. Perciò si domanda che venga dichiarata *esente da tassa* qualsiasi applicazione dell'energia elettrica per *riscaldamento*.

3) Ne segue che la tassa dovrebbe colpire soltanto l'energia elettrica usata per l'*illuminazione*, esclusa qualsiasi altra applicazione.

4) Date queste premesse, riuscendo praticamente difficile di separare il consumo dell'energia che dovrà essere soggetto alla tassa, da quello che dovrebbe andare esente, senza che vi sia da parte dell'utente possibilità di abusi, sembra logico seguire il sistema tedesco, cioè di colpire di tassa, non già l'energia elettrica, ma bensì gli apparecchi che la utilizzano a scopo di illuminazione, cioè le lampadine elettriche ad incandescenza, i carboni per le lampade ad arco, ecc., ecc.

5) Questo sistema, fra gli altri vantaggi evidenti, è l'unico che permetta al fornitore dell'energia ed all'utente di regolare i loro reciproci rapporti nel modo più conveniente per entrambi, senza preoccupazione alcuna di dover subordinare tali rapporti alle prescrizioni della legge, prescrizioni che ben presto inceppano la libertà dell'industriale e tornano di sensibile danno all'utente, col vantaggio, all'incontro, di rendere possibile l'impiego di tariffe speciali, come, ad esempio, quella a prezzo unico per qualsiasi applicazione, ma variabile secondo le diverse ore della giornata, quella a forfait, ecc., tariffe che non sarebbero praticamente attuabili con qualsiasi altro sistema di tassazione che colpisse o meno l'energia a seconda della sua destinazione.

6) È da notarsi che l'applicazione della tassa sulle lampade elettriche non implica la necessità di modificazioni alla legge vigente per quanto riguarda il gas luce, in quanto che, come è noto, le modalità di vendita del gas e le esigenze di questa industria sono notevolmente diverse da quelle dell'industria della produzione e distribuzione dell'energia elettrica. A questo riguardo anzi si osserva che, tenuto conto di queste differenze, sarebbe da augurarsi che le leggi che concernono la materia fossero rese distinte.

7) Quando tali radicali innovazioni non venissero accolte e non si volesse abbandonare completamente, per quanto riguarda l'energia elettrica, le basi della vigente legge, l'A. E. I. E. è d'avviso che si potrebbero conciliare ancora sufficientemente le esigenze delle finanze e dell'industria, colpendo di una tassa mitissima, che non dovrebbe in ogni caso, superare un centesimo per ogni kilowattora, l'energia elettrica adoperata tanto per illuminazione che per riscaldamento, provvedendo che il minor gettito della tassa venga integrato colla tassazione degli apparecchi di illuminazione, in modo analogo al proposto recente disegno di legge francese.

**

8) Infine, nel presumibile caso che entrambe le sue proposte non venissero prese in considerazione, l'A. E. I. E., si permette di richiamare l'attenzione dell'On. Commissione sulle più importanti modificazioni che dovrebbero essere introdotte nella legge vigente e cioè:

a) Separazione delle due leggi per la tassa sull'energia elettrica e sul gas.

b) Perequazione dell'aliquota della tassa su l'energia elettrica con quella ora vigente per il gas.

c) Abolizione della tassa su qualsiasi applicazione del riscaldamento elettrico.

d) Tassazione del *forfait* sulla base di una tassa fissa per Kilowatt impegnato, con un limite massimo indipendente dalla popolazione del Comune.

e) Estensione dalla facoltà di stipulare convenzioni di abbonamento, analoghe a quelle previste dalla legge vigente, anche nel caso di comuni superiori a 10 mila abitanti.

f) Provvedimenti necessari per facilitare alle ditte fornitrici la rivalsa della tassa contro i consumatori, senza che le ditte stesse debbano apportare perdite o correre alee in tale servizio effettuato per conto dello Stato.

g) Adozione di speciali provvedimenti atti a colpire e reprimere le dolose sottrazioni di energia elettrica da parte di consumatori, con la determinazione quindi di speciali penalità contro queste frodi e con la concessione agli Agenti di finanza delle facoltà necessarie a constatarle ed a prevenirle.

h) Una migliore e più equa ripartizione della tassa di licenza per le officine, tenendo conto dell'importanza delle stesse, da applicarsi però alle vere e sole officine generatrici e non a quelle di recezione e di smistamento o di trasformazione, con corrispondente riduzione della tassa pel consumo fatto nelle officine per l'illuminazione delle stesse.

★ ★

Per ultimo l'A. E. I. E. fa voti perchè nella revisione della legislazione che concerne l'energia elettrica, venga meglio disciplinata la facoltà concessa ai Comuni di colpire di dazio consumo l'energia stessa, stabilendo che tale facoltà venga tolta, per quanto riguarda il riscaldamento e limitata per quanto concerne l'illuminazione, ad una percentuale equa e tollerabile dalla tassa governativa.

Milano, li 28 Gennaio 1912.

N. 5.**VERBALI DELLE SEZIONI****SEZIONE DI NAPOLI****ASSEMBLEA DEL 1 FEBBRAIO 1912 — Ore 18.****Ordine del giorno :**

1. — Commemorazione del socio Prof. Ing. Milone fatta dal Professor Boubée.
2. — Approvazione dei bilanci.
3. — Elezione delle cariche sociali.
4. — Comunicazioni della Presidenza.

Presiede l'Ing. Pizzuti.

Sono presenti 32 soci.

Il Presidente dà la parola al socio Prof. Comm. Boubée, per la commemorazione del Socio Prof. Ing. Francesco Milone.

Il Prof. Boubée legge il seguente discorso :

« Egregi Colleghi,

« Non ancora è scemato il vivissimo dolore da noi provato all'annuncio della morte del nostro carissimo Socio Prof. Francesco Milone, epperò, non ostante siano già passati oltre due mesi dalla data fatale, proviamo tutti il bisogno di evocare ancora il nome e le virtù di quel nostro Collega che venne già solennemente commemorato dagli Enti ai quali trovavasi legato pei tanti suoi meriti speciali.

« Col Prof. Milone è scomparsa una figura nobilissima che conquistava tutti quelli che lo conoscevano, sia perchè padre amoroso di numerosa famiglia, sia perchè Professore zelantissimo, sia perchè gentiluomo perfetto nel più ampio senso della parola.

« Egli era nato in Sarno nel 1844, ed è mancato ai vivi addì 25 novembre scorso nella età di 67 anni.

« Dottore in matematiche pure e laureato Ingegnere Civile in Napoli ed Ingegnere Industriale a Milano, egli dedicossi ben presto all'insegna-

mento e conseguì anzitutto per concorso il titolo di Professore di meccanica e costruzioni nella R. Scuola Superiore di Portici. Venne poi chiamato all'insegnamento delle Macchine termiche, idrauliche ed agricole nella nostra Scuola di Applicazioni degli Ingegneri, e gli fu benanche affidata la Direzione del Gabinetto di macchine, al quale dedicò le sue maggiori cure, sì da renderlo in pochi anni degno dell'ammirazione di quanti ebbero a visitarlo.

« Nel dicembre 1910 egli aveva avuta la consolazione di veder coronata la lunga sua carriera d'insegnante con la nomina a Professore ordinario ; ma, ah!, quanto doloroso a dirsi, il giorno stesso in cui gli venne comunicata tale nomina, egli fu colpito dalla malattia che fatalmente lo condusse alla morte.

« Il Milone va annoverato fra i più strenui lavoratori, poichè non ostante le molteplici cure richieste dallo insegnamento egli occupavasi ancora di svariatissimi incarichi professionali, sia come autore di progetti e direttore di lavori per impianti industriali, sia come arbitro o perito in affari giudiziarii, sia poi quale Membro del Consiglio Tecnico Municipale.

« Nè questo è tutto: il Milone ha pubblicato numerosi lavori scientifici, alcuni dei quali di gran mole, come ad esempio il suo Trattato delle macchine termiche ed idrauliche. Fra le tante memorie ed opuscoli ricordo specialmente la pregevole monografia su due Caldaie pompeiane, quella sulla distribuzione dell'energia a domicilio mediante l'aria compressa, e quella altresì sul problema industriale di Napoli.

« I suoi lavori dati per le stampe superano il numero di 40.

« Fra i numerosi progetti industriali da lui elaborati, sono degni di noto quello, per conto del R. Governo, di un grande Istituto zootecnico in Palermo, che è quasi menato a termine; quello, per Principe di Torella, di uno stabilimento Enotecnico in Ripalta, capace di ben 12000 ettolitri di vino, e che fu compiuto con pieno successo; il macchinario idraulico pel punto franco di Napoli; il macchinario elevatorio pel servizio dell'acqua nella Città di Sarno; l'ampliamento dei Molini Spinelli in Acerra, e dei Molini Orsini a S. Giovanni; lo stabilimento di tessitura « Pepe » in Sarno, la stazione elettrica Bellini in Napoli; l'impianto idroelettrico di Luogosano.

« Il Milone era Socio del R. Istituto d'Incoraggiamento, della Accademia Pontaniana e fu Vice Presidente della Società degli Ingegneri Architetti ed Industriali, ed era Membro di questa nostra Associazione Elettrotecnica Italiana.

« Tutti abbiamo ancora innanzi agli occhi la figura dolce, serena, modesta di Francesco Milone. Quel suo aspetto era lo specchio fedele della sua anima la quale era paga soltanto con l'adempimento rigoroso dei suoi doveri: doveri verso la famiglia, doveri sociali e professionali e doveri religiosi. Capo di una numerosa famiglia, dava ad essa il nobile esempio dello assiduo lavoro, e dello studio della più scrupolosa delicatezza.

« Lontano da pompe esterne anelava di perfezionare sempre più il vasto suo insegnamento delle macchine e di ampliare quel suo prezioso

Gabinetto della nostra Scuola, senza perciò trascurare le non lievi mansioni del Consiglio Tecnico Municipale, non che gli interessi dei suoi numerosi clienti, ed integrando poi i suoi doveri ed i suoi sentimenti religiosi nel sacrificio a sè stesso e nell'aiuto e l'amore agli altri.

« Ma la più spiccata caratteristica di quella figura, come ben disse, sul suo feretro, con parole commosse l'On. Masoni, fu la modestia ; e di questa rara virtù il Francesco Milone volle dare una ultima prova, quando, sentendosi prossimo alla sua fine, espresse alla famiglia il desiderio che alla di lui salma si rifiutassero i fiori ed i discorsi.

« Se non che la famiglia concesse che a nome di tutti fosse almeno dato l'estremo *vale* dal Direttore del nostro Politecnico, precisamente dall'Onor. *Masoni*.

« Ma la rara modestia di Francesco Milone non potè però impedire la grande e commovente dimostrazione di generale cordoglio e rimpianto, allorquando la sua salma fu strappata alla sua casa, alla sua famiglia. Un lungo stuolo di Colleghi, di alunni e di amici, lagrimando, accompagnarono il carro che raccoglieva la spoglia mortale di colui che da tutti fu tanto ammirato ed amato.

« Ed io che fui del *Milone* compagno nella prima gioventù e suo collega affezionato per oltre 40 anni, non poteva non tentare di farne rifulgere le virtù, in seno a questa nostra Associazione ove egli avea conquistato tutte le simpatie.

« Vada ora alla Sua santa Memoria l'espressione del nostro più vivo rimpianto ».

Il Presidente ringrazia a nome di tutti il prof. Bonbée.

Grassi propone che si inviino le condoglianze alla Famiglia.

Lombardi propone che si faccia stampare negli atti il discorso del Prof. Bonbée.

Le proposte sono approvate.

Saggese nella sua qualità di cassiere rende conto delle varie spese ed illustra i bilanci.

Lombardi ringrazia a nome dei soci il cassiere e la presidenza per aver provveduto a far rifiorire il bilancio della Sezione.

Non sollevandosi alcuna obbiezione i bilanci vengono a unanimità approvati.

Il Presidente propone di passare alle elezioni e di eleggere per acclamazione a presidente il prof. Lombardi.

L'assemblea acclama.

Lombardi ringrazia e fa l'elogio dell'opera assidua ed efficace svolta dal Presidente Pizzuti.

Pizzuti ringrazia e si procede alle elezioni.

Risultano eletti:

Presidente: LOMBARDI Prof. Ing. LUIGI.

Vice presidente: PIZZUTI Ing. MICHELE.

<i>Consiglieri</i>	{	BOUBÉE Comm. Ing. F. C. PAOLO.
		FERRARI Ing. CARLO.
		INDACO Ing. Prof. VINCENZO.
		RAGNO Ing. Prof. SAVERIO.
		RUFFOLO Ing. FRANCESCO.

<i>Consiglieri delegati</i>	{	CURTI Ing. Cav. C. ALBINO.
		GRANAFEI Ing. ASIAN.
		VALLAURI Ing. GIANCARLO.

Cassiere: SAGGESE Ing. ACHILLE.

Segretario: MASSARI Ing. MARINO.

Resta in carica il *Consigliere Delegato* Ing. M. BONGHI.

Vallauri. — Legge le deliberazioni prese dal Consiglio Generale relativamente alla tassazione dell'energia elettrica, e comunicate dall'Ufficio Centrale.

Grassi. — Propone che la sezione si interessi della questione relativa alla trazione elettrica sulla linea direttissima Roma-Napoli.

Lombardi. — Accetta la proposta e prende gli accordi per nominare una Commissione che studi il quesito.

La seduta è tolta alle ore 19.

Il Segretario

Ing. M. MASSARI.

N. 6.**RECENSIONI**

(I recensori non assumono alcuna responsabilità delle affermazioni e dei giudizi contenuti negli articoli riassunti).

Argomenti diversi.

WEIGAND: *Istruzioni ai vigili in caso d'incendio in vicinanza di condutture elettriche.* — (E. T. Z. - Vol XXXII - pag. 548. Giugno, 1911).

Sono istruzioni redatte a cura dell'Unione sassone dei corpi dei pompieri, e che si possono così riassumere:

1. — Le linee telefoniche e le linee per distribuzioni a 110 a 220 volt non sono pericolose finchè non vengano accidentalmente a contatto, anche a distanza, con linee elettriche industriali.

2. — Linee elettriche industriali, come pure le linee in precedenza considerate quando venute a contatto con le linee industriali, non devono essere toccate perchè pericolose.

3. — I sostegni, i centri di distribuzione, le cabine di trasformazione, ecc., sono da contrassegnarsi colla freccia simboleggiante il fulmine.

4. — Per ogni incendio o incidente in cui entrino in giuoco direttamente o meno linee industriali è subito da rendersi avvertito l'ufficio più vicino dell'esercente l'impianto elettrico.

5. — Nell'opera di estinzione devono le lance metalliche rimanere a due o tre metri di distanza dalle linee industriali.

6. — Così pure non devono venire in contatto con dette linee le parti metalliche delle scale, degli arpioni, ecc.

7. — Nel lavoro di estinzione il personale deve evitare di toccare comunque, e specialmente cogli oggetti metallici del proprio equipaggiamento, le linee industriali.

8. — È consigliabile anche di giorno di accender le lampade elettriche nei locali minacciati dal fuoco, sia per controllo della rete, sia per facilitare nei locali riempiti dal fumo l'opera di estinzione e di salvataggio.

9. — Gli eventuali motori elettrici devono essere immediatamente fermati dal personale addetto al loro esercizio.

10. — È da evitare l'impiego dell'acqua nell'estinzione degli incendi di apparecchi elettrici, che ne sarebbero irreparabilmente deteriorati; per tale eventualità si potrà tenere in precedenza preparato acido carbonico.

11. — Il personale eventualmente colpito da una scarica elettrica dev'essere trattato secondo le norme per questo caso previste.

12. — Per togliere di tensione i conduttori industriali si deve normalmente agire nei punti a ciò destinati; soltanto in caso di necessità lo si potrà fare provocando corti circuiti o messe a terra; queste manovre devono esser fatte soltanto da personale appartenente all'impianto o da vigili precedentemente abilitati a queste manovre.

13. — È perciò grandemente raccomandabile di far istruire alcuni vigili dal personale dell'impianto elettrico sulle manovre richieste in caso d'incendio.

14. — L'esercente l'impianto elettrico deve, per l'eventualità di queste manovre, giudicare dell'opportunità di tenere a disposizione nei singoli rioni una tronchese isolata, un paio di scarpe e un paio di guanti di gomma, ecc.

15. — Per ogni rione deve l'esercente l'impianto elettrico fornire, e mantenere aggiornato, uno schema esatto delle linee.

G. R.

Elettrochimica.

J. L. R. HAYDEN: *Corrosione elettrolitica del ferro colla corrente continua.* — (The Electrician - 29 dicembre 1911).

Lo studio delle correnti vaganti si riduce spesso a studiare la d. d. p. tra le rotaie di ritorno e le altre parti metalliche contenute nel terreno deducendone la corrente dispersa e quindi la corrosione: è però dubbio che la corrosione sia sempre in accordo colle leggi di Faraday.

Furono perciò fatte nel laboratorio del Dr. Steinmetz delle ricerche sulla corrosione elettrolitica del ferro di cui riportiamo i primi risultati. Il primo elettrolito usato era una soluzione al 1% di nitrato di ammonio perchè i nitrati e i sali di ammonio si presentano spesso nel terreno, specialmente in città. Si usarono lastre di ferro di 0,6 mm. di spessore accuratamente lavate e immerse in 4 vasi, contenenti circa 800 c. c. di elettrolita ciascuno. Le lastre negative erano di cm. 14 × 5 e le positive di 14 per una larghezza variabile da 0,6 a 10 cm, entrambe erano immerse per 9 cm. Una batteria di accumulatori manteneva una corrente costante di 0,04 ampère corrispondente a una densità da 36 a 2,2 ampère per m.² Dopo la prova le lastre venivano accuratamente lavate con acqua distillata e pesate. La durata della prova fu di 98 ore

e in nessun caso si ebbe una corrosione uguale alla teorica di 0,9 mg. di ferro per coulomb; i valori ottenuti furono:

Densità di corrente per m. ²	36	18	9	4,5	2,25
Corrosione in % della teorica	10,5	18	17,1	35,1	34,2

Non è quindi lecito calcolare la corrosione del ferro nel terreno dalla corrente dispersa. Furono fatte ricerche per vedere se questo si doveva a fenomeni di corrosione parziale o se all'esistenza di periodi in cui il ferro restava passivo. A tale scopo si prepararono altri 10 vasi messi in serie attraversati di 50 milliampere pari a circa 22 ampere per m.². In 2 vasi le piastre venivano tolte, lavate e pesate molto frequentemente, in 2 meno e in altre 2 venivano lasciate immerse continuamente: in 2 le lastre erano messe nell'elettrolita 1 ora prima del passaggio della corrente e in 2 non si faceva passare corrente per vedere la corrosione chimica: in una metà l'elettrolita era cambiato ogni 24 ore e in una metà lasciato per tutta l'esperienza.

Dalla prova risulta che non vi è corrosione parziale ma periodi in cui il ferro è attivo, e allora la corrosione ha il valore teorico; e periodi in cui è passivo ed allora non si ha corrosione; si hanno valori minori dei teorici soltanto quando le lastre restano immerse continuamente di modo che prima si avrebbe il periodo attivo e poi il passivo. La corrosione media durante il periodo attivo è di 55,1 mg. per ora, mentre la teorica è di 52,2; la corrosione chimica è in media 1,85 mg. per ora, di modo che la corrosione dell'anodo sarebbe un po' maggiore della teorica per la corrosione chimica. La corrosione dell'anodo durante il periodo passivo è in media di 0,20 mg. per ora e cioè meno di 0,5 % della teorica e solamente dell'11 % della chimica; così che bisogna concludere che la corrente durante questo periodo la protegge dalla corrosione chimica. La corrosione media del catodo è di 0,40 mg. per ora con un anodo passivo e 0,23 per ora con un anodo attivo, in ogni modo sempre minore della corrosione chimica; onde si vede che in certi casi la corrente preserva entrambe le lastre tra cui passa. La tensione era di 1 volt, durante il periodo attivo, e 2,7 durante il passivo; anzi l'aumento del voltaggio serviva ottimamente a indicare il passaggio dal periodo attivo al periodo passivo.

Sembra che durante il periodo attivo si formino soltanto idrati ferrosi, mentre durante il passivo possono esistere soltanto i ferrici. Si sono quindi fatte ricerche per vedere se lo stato passivo o attivo del ferro dipende dal modo di avviare la corrente e si è trovato:

1. — Mandando la corrente contemporaneamente all'immersione delle lastre si produce lo stato passivo, almeno se la densità della corrente all'avviamento è grande.

2. — Immergendo le lastre qualche tempo prima di mandare la corrente o lasciandole, durante l'esperienza, per qualche tempo nell'elettrolita senza corrente tende a prodursi lo stato attivo.

3. — La presenza di rugosità nelle lastre sembra che non abbia alcuna influenza sulla produzione dello stato attivo.

Fin qui si era sempre usata una soluzione all'1 % di nitrato di ammonio; si studiarono anche altri elettroliti di cui riportiamo nella unita tabella la percentuale della corrosione teorica avuta in una prova durata 70 ore:

	Mg. per ora	% della corrosione teorica	Corrosione chimica mmg. per ora
Bicromato di potassio	0,07	0,34	0,01
Carbonato di potassio	0,58	2,75	0,16
Nitrato di potassio	5,25	25,00	0,15
Nitrato di ammonio	7,93	37,80	0,78
Carbonato di ammonio	8,00	33,20	0,27
Cloruro di potassio	21,50	102,20	0,245
Cloruro di ammonio	21,50	102,30	0,405
Solfato di ammonio	21,60	102,70	0,285
Solfato di potassio	21,60	102,80	0,26

Di speciale interesse sono il 3°, 4°, 5° elettroliti; tutti e tre danno una corrosione apprezzabile ma minore della teorica, tutti e tre presentano un rapido aumento di tensione durante la prova onde è certo che si passa presto dallo stato attivo al passivo. Da queste esperienze risulta:

1. — Il bicromato e carbonato di potassio danno generalmente lo stato passivo senza corrosione.

2. — I cloruri e solfati danno lo stato attivo presentando la corrosione teorica.

3. — Col nitrato di ammonio e di potassio e col carbonato di ammonio si possono avere entrambi gli stati e vi è tendenza a passare dallo stato attivo al passivo.

4. — L'attività è sempre accompagnata dalla formazione di composti ferrosi che non si formano mai durante lo stato passivo: questo ultimo è accompagnato invece da produzione di composti ferrici: nel passare dallo stato attivo al passivo i composti ferrosi si ossidano in ferrici.

Gli elettroliti nei quali si formano composti ferrosi come i cloruri e solfati danno corrosione attiva, quelli in cui non possono esistere composti ferrosi come i bicromati danno sempre stato passivo; quelli, come i nitrati, in cui i sali ferrosi sono instabili, possono dare entrambi gli stati, ma vi è tendenza a passare allo stato passivo.

Visto che vi sono elettroliti, come i bicromati, che tendono a pre-

durre stato passivo e quindi a preservare il ferro dalla corrosione e altri che hanno effetto opposto si son fatti esperimenti per vedere se coi primi si può preservare il ferro dai secondi.

Si è trovato che con una quantità di bicromato e nitrato 10 volte più grande del cloruro di ammonio non si ha alcun effetto utile; che in una soluzione all'1 % di bicromato, 0,02 % di cloruro non dà corrosione, ma col 0,04 % di cloruro si ha già una leggera, ma apprezzabile, corrosione: una soluzione al 1 % di nitrato di potassio, 0,02 % di cloruro dà una lieve corrosione e 0,04 % corrosione completa: per proteggere quindi il ferro dalla corrosione elettrolitica in presenza di cloruro di ammonio occorre almeno 25 volte di bicromato e 50 di nitrato di potassio.

I cloruri poi sono 25 volte più attivi dei solfati: quando la densità di corrente al principio, è grande; 1 % o anche 0,5 % di nitrato o bicromato neutralizza 1 % di solfato; l'attività però risorge se si interrompe la corrente colle piastre nell'elettrolita.

Il CaCO_3 non protegge il ferro che è invece materialmente protetto dal CaH_2O contro il solfato di ammonio, ma poco contro il cloruro.

Per studiare la corrosione elettrolitica del ferro nel terreno si fecero prove con soluzioni fangose, ma non si ebbero risultati concludenti.

G. M.

Elettrofisica.

E. F. W. ALEXANDERSON: *Le proprietà magnetiche del ferro per frequenze altissime fino a 200.000 periodi per secondo*. — (E. T. Z. - Vol. XXXII, p. 1078, 1911).

Scopo della presente ricerca, che riguarda la magnetizzazione, le perdite e la distribuzione del flusso nel ferro, si è di raccogliere elementi per il calcolo delle perdite nelle macchine ad alta frequenza e circa l'opportunità di adoperare il ferro o di rinunciarvi nella costruzione dei trasformatori ad alta frequenza.

Per produrre correnti alternate di frequenza fino a 200.000 periodi, l'A. adopera una macchina di tipo eguale ad un'altra già da lui descritta (Proc. of the A. I. E. E., vol. 28, 1909, p. 655). Quest'ultima, capace di produrre frequenze fino a 100.000 periodi, è del tipo così detto a ferro rotante o a poli conseguenti, ossia la parte rotante è solo un disco di ferro fornito alla periferia di una corona di denti. Il flusso induttore, che attraversa questi ultimi in direzione parallela all'asse, è creato da un unico rocchetto posto in una gola dello statore. I denti del rotore sono 300, le scanalature dello statore 600 ed in esse è collocato l'avvolgimento indotto del tipo ondulato e comprendente un filo utile per ciascuna scanalatura. Per avere tensioni sufficienti l'interferro deve essere minimo ($0,3 \div 0,4$ mm.). La costruzione e l'equilibramento del rotore, che fa 20.000 giri al minuto, sono eguali a quelli usati nelle turbine a vapore. La macchina dà stabilmente 2,1 Kw. con 70 V. e 30 A. L'andamento più soddisfacente

delle caratteristiche si ha con carico non induttivo, quando si compensi con una capacità in serie la selfinduzione interna del generatore.

Nella nuova macchina, pur riducendo le dimensioni delle scanalature al minimo compatibile con l'isolamento del conduttore, non è stato possibile portarne il numero oltre 800. Parimenti per effetto delle perdite per attrito nell'aria (le quali si è constatato, che crescono con la potenza 2,7 della velocità) non è stato possibile superare la velocità di 20.000 giri al secondo. Tuttavia l'A. dice che, con una forma speciale dell'avvolgimento, questo si comporta come se i poli fossero 1200 e perciò si raggiunge la frequenza 200.000.

Le esperienze sono state eseguite sopra un anello, il cui nucleo magnetico, di diametro medio 51 mm., consta di una striscia di lamiera di ferro di larghezza 19 mm. e di spessore 0,076 mm. avvolta in 10 spire insieme con una sottile striscia di carta.

La misura dell'induzione apparente, di quella cioè che corrisponderebbe ad una distribuzione uniforme del flusso, si deduce dalla misura della differenza di potenziale ai capi del circuito magnetizzante. Per la misura dell'energia, non esistendo wattometri adatti per così alte frequenze, si usa un altro metodo, che consiste nel misurare separatamente corrente e tensione e nel disporre le cose in modo che il fattore di potenza sia eguale all'unità nel tratto di circuito, agli estremi del quale è derivato il voltmetro. Ciò si ottiene disponendo in serie con il generatore e con il circuito magnetizzante delle selfinduzioni e delle capacità variabili.

I maggiori errori, a cui le misure sono soggette, son quelli dovuti agli effetti elettrici e magnetici del forte riscaldamento, che si produce nel ferro e che non potè essere contenuto in stretti limiti neppure immergendo l'anello di prova entro un bagno d'olio. Ogni misura è stata perciò eseguita assai rapidamente e preceduta da un lungo intervallo di riposo.

Gli esperimenti sono stati estesi fra frequenze di 40.000 e 200.000 periodi e sono stati completati con altri eseguiti per altra via a frequenze inferiori fino a 60 periodi. I risultati sono riprodotti graficamente in un gran numero di diagrammi. Da essi si rileva che le varie proprietà magnetiche prese in esame non variano in funzione della frequenza, se non per l'effetto prodotto dall'azione demagnetizzante delle correnti parassite, che tendono a localizzare il flusso in uno stato superficiale sempre più sottile. La grandezza di tale effetto riscontrata sperimentalmente è in accordo con quella prevista in base a deduzioni teoriche.

Ne segue che l'opinione che la magnetizzazione del ferro non possa seguire variazioni rapidissime del campo è completamente infondata. Non solo la magnetizzazione segue tali rapidissime variazioni del campo, ma le segue con le stesse leggi con cui le variazioni più lente e cioè presentando la stessa suscettività e gli stessi fenomeni di isteresi.

I risultati dimostrano che, come materiale per la costruzione di macchine ed apparecchi ad altissima frequenza, il ferro conserva le qualità che lo rendono prezioso per le basse frequenze. Perciò non è giustificata l'opinione di coloro, che credono che per trasformatori ad alta frequenza

l'uso del ferro sia da prescriversi. E bensì prevedibile, che la curva, che rappresenta l'utilizzabilità del ferro in funzione della frequenza, abbia un massimo, al di là del quale essa scende di nuovo; ma questo massimo deve corrispondere a frequenze straordinariamente elevate e superiori di molto ai 200.000 periodi. Infatti, in base ai risultati delle esperienze descritte, l'A. ha teoricamente calcolato una serie di trasformatori da 5 Kw. per frequenze crescenti da 60 a 200.000. Il peso e le perdite di tali trasformatori vanno progressivamente diminuendo; il rendimento sale da 60 a 98,3 % e la corrente d'eccitazione si riduce dal 5 % all'1,3% laddove quest'ultimo valore salirebbe a 40 % nel corrispondente trasformatore senza nucleo magnetico.

G. V.

K. EULER: *Studio di un elettromagnete traente (Zugmagnet) a corrente continua.* — Dissertazione dottorale. — (E. T. Z. - 1911. Vol. XXXII pag. 1269).

Il calcolo preventivo della forza portante degli elettromagneti è ancora incerto e d'ordinario la misura diretta dà valori assai maggiori di quelli calcolati. L'A., sperimentando su di un freno elettromagnetico del tipo a solenoide della Siemens-Schuckert, ha voluto: 1) studiare sperimentalmente la distribuzione del campo; 2) misurare le forze portanti; 3) verificare se queste si possono dedurre teoricamente da quella.

La misura della distribuzione del flusso intorno all'ancora è stata fatta per induzione mediante una serie di spirali esploratrici, ma non col metodo balistico ordinario, bensì con quello, quasi balistico, delle lente variazioni di corrente magnetizzante, rilevando simultaneamente la legge di variazione della corrente e della tensione in funzione del tempo. Da ciò si deduce la figura del campo e si riscontra che, specialmente per piccoli interferri, le linee di flusso non seguono la via più breve, ma hanno un andamento ricurvo. Le forze potenti si misurano con una bilancia dinamometrica a molla.

In base alla distribuzione del campo, rilevata sperimentalmente, si può calcolare, come d'ordinario, la forza portante assumendo come forza unitaria $\frac{B^2}{4\pi}$ in dine/cm.². Questo calcolo dà risultati abbastanza soddisfacenti per talune posizioni dell'ancora, ma valori di gran lunga minori del vero per talune altre. L'errore è tanto più grande quanto più intensa è la corrente magnetizzante.

Per altra via l'A. ha voluto trovare una concordanza assai maggiore fra teoria ed esperienza. Questa via consiste nel seguire la teoria, sviluppata da Cohn. (*Das elektromagnetische Feld*, Leipzig, 1900), in cui si calcolano le variazioni di energia dovute a spostamenti di corpi ferromagnetici in un campo magnetico. Dalle variazioni di energia (che equi-

valgono ai lavori delle forze portanti) si può mediante la determinazione degli spostamenti, ricavare il valore delle forze portanti stesse.

L'A. discute le ragioni per cui il calcolo eseguito nel primo modo dà risultati del tutto falsi e richiama il concetto fisico di Faraday dell'esistenza di una tensione longitudinale e di una pressione trasversale nel mezzo magnetizzato. A questo concetto Maxwell diede forma matematica e ne risultò, che tensione e pressione debbono essere eguali. Ciò non si verifica più nelle sostanze ferromagnetiche a permeabilità variabile e l'A., completando la teoria, dimostra analiticamente, che per gli elettromagneti in cui il campo non ha una direzione media parallela a quella secondo cui si sposta l'ancora (ad es. i magneti cilindrici a succhiamento), il calcolo basato su la forza unitaria $\frac{B^2}{4\pi}$ deve necessariamente condurre a risultati errati in meno. Le equazioni a cui giunge l'A. non si prestano a correggere quel calcolo in modo da renderlo adatto agli scopi pratici; risulta quindi necessario in questi casi seguire l'altra via e calcolare prima i lavori meccanici, poi le forze portanti.

G. V.

Materiali.

MAC LAREN: *L'influenza della temperatura su la perdita per isteresi nelle lamiere di acciaio per macchine elettriche.* (La Rev. Electr. 1911, XVI, p. 240, da Proc. A. I. E. E. 1911-XXX p. 537).

L'A. si è proposto di studiare la variazione della perdita per isteresi al variare della temperatura, fra le temperature ordinarie e quella critica, caratterizzata dalla scomparsa delle proprietà ferromagnetiche. Il metodo di misura impiegato è quello wattometrico, nel quale, l'A., per rendersi indipendenti dalle perdite ohmiche nel circuito magnetizzante, alimenta il voltmetro ed il circuito di tensione del wattometro con un avvolgimento secondario. Ove le perdite ohmiche in questo circuito secondario non siano trascurabili rispetto all'energia assorbita dalle perdite nel ferro, se ne deve tener conto nel correggere la lettura al wattometro.

La corrente magnetizzante è prodotta da un alternatore di cui si può variare la velocità fra ampi limiti. I diversi valori di induzione nel ferro sono ottenuti non già mediante resistenze nel circuito primario, ma bensì variando l'eccitazione dell'alternatore, onde non modificare troppo la curva di variazione della f. e. m. e quindi quella del flusso.

Il metodo wattometrico dà complessivamente le perdite per isteresi e per correnti parassite. Se si ammette che, riferendo tali perdite ad un ciclo di variazione, le prime siano indipendenti dalla frequenza e le seconde proporzionali ad essa, per separare le une dalle altre occorre sperimentare per ciascun valore di B (induzione) almeno a due frequenze diverse. Ciò ha fatto l'A. scegliendo le frequenze 25 e 60.

I saggi hanno forma di anelli e sono in numero di 3 di cui due di

acciaio ordinario e uno di acciaio fortemente silicioso. Gli avvolgimenti sono fatti con speciali cautele, perchè possano sostenere temperature di parecchie centinaia di gradi. Le misure vengono eseguite rapidamente, perchè alle alte temperature si producono fenomeni di invecchiamento del ferro, assai accentuati e rapidi. La misura delle temperature si esegue mediante coppie termo-elettriche di platino-iridio, che si insinuano fra i fasci di lamiera e di cui si rileva la f. e. m. con il metodo potenziometrico. Il riscaldamento si compie entro un forno elettrico a resistenza.

I risultati sono raccolti in diagrammi. Le famiglie di curve, in cui ciascuna rappresenta, per una determinata temperatura, la perdita di isteresi in funzione dell'induzione, hanno il ben noto andamento parabolico e per B compreso fra 6000 e 14000 soddisfano abbastanza bene alla legge empirica di Steinmetz $w = \alpha B^x$, ove $x = 1,6$ ed α varia con la temperatura.

Le famiglie di curve, in cui ciascuna rappresenta, per una determinata induzione massima, il variare della perdita in funzione della temperatura, hanno tutte andamento analogo. Esse decrescono dapprima lentamente, poi ($t = 300^\circ \div 400^\circ$) più rapidamente, finchè, dopo esser passate per un punto di flesso, tagliano tutte insieme l'asse delle ascisse, nel punto che corrisponde alla temperatura critica (ca. $730^\circ - 785^\circ$), per la quale l'isteresi si annulla.

Come controllo dei risultati ottenuti col metodo wattometrico e con la separazione delle perdite, l'A. determina alcuni valori della perdita anche con un metodo statico, o meglio quasi statico, elaborato in gran parte dallo Scott e dall'A. medesimo. Esso consiste nel far variare con continuità fra due limiti eguali ed opposti la corrente magnetizzante, prodotta da una batteria e misurata da un amperometro; la variazione si esegue mediante reostati a corsoio e mediante un invertitore, monovrando i reostati in modo che la deviazione di un galvanometro d'Arsonval, inserito nel secondario, resti costante. Se, durante tale variazione, si leggono le indicazioni dell'amperometro primario a intervalli di tempo costanti (10 secondi), si ottengono altrettanti punti del ciclo di isteresi, corrispondenti a variazioni costanti di induzione. Il galvanometro deve essere tarato come voltmetro, p. es. con una pila campione e col potenziometro. I risultati ottenuti con i due metodi sono fra loro sufficientemente concordi.

G. V.

E. F. ALEXANDERSON: *Le proprietà magnetiche del ferro per frequenze altissime, fino a 200.000 periodi per secondo.* — (Ved. *Elettrofisica*).

Misure.

VAN LOUKHUYZEN: *Una nuova disposizione sperimentale per la prova delle lamiere di ferro secondo le Normali dell'Unione degli Elettrotecnici tedeschi.* — (E. T. Z. 1911, vol. 32, p. 1131).

Nelle nuove «normali» per la prova magnetica delle lamiere di ferro è prescritta, oltre la misura della cifra di perdita, da farsi con l'ap-

recchio di Epstein, anche quella della permeabilità di ciascun saggio. Nasce perciò spontaneo il desiderio di adoperare per la seconda misura lo stesso ferro (in striscie lunghe 50 cm. e larghe 3 m.) e possibilmente anche lo stesso apparecchio, che si adoperano per la prima. Con questo intento il prof. Epstein ha modificato e perfezionato il suo apparecchio, per renderlo adatto alla esecuzione di misure balistiche dell'induzione e della permeabilità (v. recensione in Atti dell'A. E. I., 1911, p. 459). Se non che il metodo balistico assoluto risulta nella pratica alquanto incomodo per le difficoltà di esecuzione e per la complicazione dei calcoli da cui si deducono le correzioni ed i risultati.

Per rendere la misura più spedita la ditta Siemens e Halske ha elaborato una disposizione, in cui alla misura assoluta si sostituisce una misura differenziale di confronto. Come termine di paragone serve un campione di materiale magneticamente ben stagionato, di cui le proprietà vengono preventivamente studiate con metodi assoluti e che ha la stessa forma e le stesse dimensioni del campione da studiare. I due campioni sono magnetizzati mediante un'unica corrente che attraversa in serie i due circuiti magnetizzanti identici. Identici sono anche i due circuiti indotti o secondari i quali, ciascuno con l'interposizione di una resistenza graduabile, sono collegati in parallelo ed in opposizione con un galvanometro. La misura si fa per inversione della corrente magnetizzante e variando le resistenze inserite nei secondari, finché il galvanometro non subisca alcun impulso al momento dell'inversione. In tale condizione i flussi nei due campioni devono stare fra loro nello stesso rapporto in cui stanno le due resistenze. Usando campioni di eguale sezione, le resistenze possono essere graduate in modo, che su di esse si legga direttamente il valore dell'induzione. Anche la scala dell'ampereometro inserito nel primario può esser così fatta che vi si legga senza altro la grandezza del campo in ampergiri per centimetro.

La ditta costruttrice fornisce due diversi apparecchi per applicare il metodo esposto. In uno di essi il campione tarato e quello da sperimentare sono due semplici fasci di lamiera 50×3 cm. in numero tale da raggiungere uno spessore netto di ferro di 0.2 cm. Non si hanno perciò che due soli rocchetti magnetizzanti, basta una corrente di 6 A sotto 110 V per raggiungere 300 ampergiri/cm. e si può fare con sollecitudine la misura per un gran numero di saggi. Il secondo apparecchio consta invece di due apparecchi di Epstein completi, di cui l'uno contiene il materiale di proprietà note e l'altro il materiale da sperimentare. Si ha così il vantaggio di utilizzare le stesse disposizioni che per la misura della cifra di perdita e di ricavare valori medi da una più grande quantità di materiale. Occorrono qui, sotto 110 V, circa 30 A.

L'A. dimostra che gli apparecchi in questione sono esenti da errori che possano infirmare l'esattezza dei risultati nei limiti richiesti dalla pratica, e afferma perciò che essi soddisfano alle condizioni desiderate.

G. V.

G. SARTORI: *Resistenza liquida a galleggiante per le prove di carico dei grandi alternatori trifasi.* — Elektrotechnik und Maschinenbau, Vienna - 3 dic. 1911).

Le resistenze liquide permettono di eseguire in modo generalmente comodo le prove di carico delle generatrici elettriche; ma quando si ha a che fare con grosse unità si incontrano difficoltà non lievi per regolare convenientemente il valore di questa resistenza (e quindi il carico della macchina), per mantenerle costanti durante un certo tempo e per evitare ogni pericolo di corto circuito. Il Sartori ha immaginato e sperimentato un dispositivo semplice che riduce assai le accennate difficoltà e che ha dato risultati migliori di altri dispositivi in uso, più o meno complicati.

Si supponga ad es. di dover eseguire le prove su di una generatrice trifase. Le tre lastre metalliche corrispondenti alle tre fasi dell'impianto vengono fissate, per mezzo di isolatori adatti, ad un sistema galleggiante (in una vasca qualunque o nel canale dell'impianto) che può essere fatto con tre recipienti vuoti (sufficientemente stagni) riuniti alla loro parte superiore da un tubo metallico vuoto curvato a forma di triangolo equilatero o di toro. I tre galleggianti sono disposti simmetricamente ed il loro interno comunica con l'interno del tubo; il quale a sua volta, per mezzo di una tubazione flessibile comunica con una pompa ad aria. Siccome i tre galleggianti portano inferiormente dei fori, così l'acqua penetra nel loro interno fino ad una certa altezza che dipende dalla pressione che si mantiene nel tubo metallico (e quindi nell'interno dei galleggianti) per mezzo della pompa. Aumentando ad es. questa pressione il sistema galleggiante si alzerà rispetto al livello della vasca, o del canale; quindi diminuirà l'immersione delle lastre metalliche; cioè aumenterà la resistenza. Le lastre ricevono la corrente per mezzo di fili flessibili che vengono dall'alto, e che sono collegati ai morsetti della generatrice, in guisa da mantenere la comunicazione indipendentemente dal livello del galleggiante.

Si comprende perciò che per eseguire prove a carico crescente non c'è che da permettere gradatamente l'immersione del galleggiante diminuendo la pressione prodotta dalla pompa d'aria; un opportuno arresto impedisce l'immersione totale in caso di fughe d'aria o di guasti nella pompa. Praticamente la regolazione dell'immersione riesce abbastanza facile, anche se i galleggianti non sono perfettamente stagni; nel qual caso basta interporre fra la pompa ed il galleggiante un piccolo serbatoio di aria compressa che si manovra in modo da compensare le fughe d'aria.

Disponendo le lastre metalliche più o meno distanti fra di loro (ma sempre equidistanti) si può, con un medesimo galleggiante, eseguire prove con generatrici a tensione diversa.

Il Sartori ha eseguito senza incidenti prove con tensioni fino a 10000 volt e con potenze di molte migliaia di Kilowatt.

U. B.

ERIC WURM: *Nuovo metodo di misura della resistenza di terra nei parafulmini.* — (The Electrician, 8 dicembre 1911).

È una modificazione del ponte a telefono di Kohlrausch, dovuta ad Arnold Christensen, la quale permette di determinare la resistenza con una semplice lettura fatta sopra una scala di cui è provvisto lo strumento: occorrono due messe a terra ausiliarie: la figura 1 indica le con-

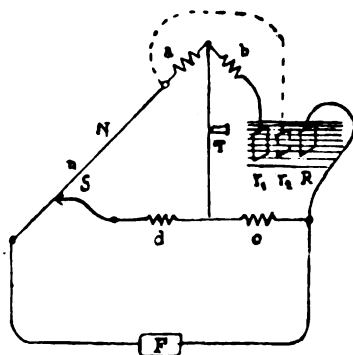


Fig. 1

nessioni. L'uso della corrente alternata è necessario per evitare la polarizzazione, d'onde l'uso del telefono per indicare il punto neutro: a , b , c , d , sono resistenze relativamente grandi; b , è in serie sullo stesso lato con la resistenza R da misurare e con una delle ausiliarie r_1 ; F è un piccolo apparecchio d'induzione; l'altra resistenza ausiliare r_2 è in parallelo con r_1 , a , b . La misura si fa, naturalmente spostando il contatto scorrevole S fino a ridurre il telefono al silenzio. La misura data dal

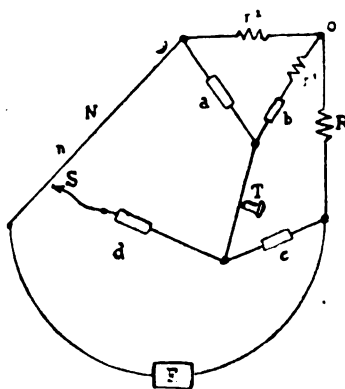


Fig. 2

contatto scorrevole è proporzionale ad R ; onde, graduando convenientemente il calibro, la R si può leggere direttamente in ohm. La figura 2 riproduce lo schema delle connessioni modificato, per facilitare la dimo-

strazione seguente, tenendo conto che la resistenza attraverso alla terra è molto piccola. Nell'ipotesi che non passi corrente attraverso al telefono si ha:

$$R \cdot I_R + (b + r_1) I_b = c I_c; \quad n I_n + a I_a = d \cdot I_d$$

dove n indica la resistenza della parte di filo calibro in circuito.

Fatto $a = b = c = d$ essendo $I_a = I_b$ e $I_d = I_c$ si ha:

$$R \cdot I_R + (b + r_1) I_b = n I_n + b I_b$$

$$R + r_1 \frac{I_b}{I_R} = n \frac{I_n}{I_R}$$

e perchè $I_n = I_R$ si ha: $R + r_1 \frac{I_b}{I_R} = n$, equazione indipendente da r_2 e che vale quindi anche se manca r_2 . In tal caso $I_b = I_r$ e $R + r_1 = n$ così che R non sarebbe proporzionale ad n ; se invece introduciamo r_2 , che è molto piccola rispetto ad a, b, c, d , la $\frac{I_b}{I_r}$ risulta molto piccola e con grande approssimazione si può porre $R = n$. La più grande resistenza che può essere misurata è quella del filo calibro; si può però aumentare la portata dello strumento facendo (invece che $a = b = c = d$), $\frac{b}{a} = \frac{c}{d} = f$ si ha allora $R = f n$.

L'apparecchio, costruito da Mix e Genest è racchiuso in una cassetta trasportabile sulla cui fronte sono posti i 3 morsetti per le prese di terra. Il filo calibro ha la resistenza di 1 ohm, ma una spira inserita opportunamente permette di realizzare 3 valori differenti di f e di misurare quindi resistenze fino a 2, 20, 200 ohm rispettivamente. Il telefono è contenuto in uno spazio apposito e il semplice fatto di mettervelo rompe il circuito della batteria. Il rocchetto d'induzione si trova nella parte più bassa della cassetta ed è facilmente ispezionabile. La presa a terra ausiliare si può fare con un pezzo di ferro introdotto nel terreno; normalmente si usa una forma speciale detta *spina di presa a terra*. Lo strumento può servire anche a determinare altre resistenze, dello stesso ordine, in modo simile.

G. M.

Trasformatori e convertitori.

FALKENTHAL: *Un nuovo raddrizzatore per piccole potenze.* — (E. T. Z. Vol. XXXII - pag. 828 - Agosto 1911).

Si tratta di una bobina di reazione con forte dispersione magnetica così da poter mettere e mantenere sincronamente in oscillazione un'ancora di ferro dolce facente capo al polo positivo della corrente continua tra due contatti corrispondenti ai morsetti d'ingresso della corrente al-

ternata; l'altro polo, quello negativo della corrente continua si stacca a metà dell'avvolgimento della bobina di reazione; la necessaria polarizzazione dell'ancora è data da un magnete permanente, e ad attutire le scintille ai contatti, quando il sincronismo tenda a perdersi per eventuali variazioni repentine di frequenza, sono inseriti due condensatori, ciascuno in parallelo fra ognuno dei due contatti e l'ancora intermedia.

Il relais è così tutt'uno colla bobina di reazione, che può anche essere adattata a servire da autotrasformatore in modo da ridurre in un qualunque rapporto la tensione continua in confronto alla tensione alternativa disponibile.

Si possono avere così raddrizzatori anche per soli 5 voltampère e anche per meno, mentre nell'altro senso si è arrivati fino a circa 300 voltampère, e nulla osta che non si possano anche costruire per potenze maggiori.

Il rendimento in condizioni favorevoli è arrivato all'85 %.

Questi piccoli raddrizzatori sono costruiti dalla Deutsche Telephonwerke, e possono servire, oltre che alla carica di piccole batterie di accumulatori, anche all'esercizio di piccoli impianti di galvanoplastica.

G. R.

N. 7.

INDICE

dei più importanti articoli pubblicati nei periodici posseduti
dalla Biblioteca Centrale

(Vedi elenco delle abbreviazioni usate per i periodici a pag. 93 del fascicolo 1.^o).

Accumulatori e pile.

- *Collaudo degli elementi a secco.* — W. B. PRITZ — (El., L., 13 ott. 1911, Vol. LXVIII, N. 1, p. 14).

Applicazioni diverse.

- *Ricerche sugli elettromagneti a corrente continua.* — K. EULER. — (El. Krb. Ba., Mü, 14 dic. 1911, Vol. IX, N. 35, p. 701).
- *Trasporto del carbone.* — H. J. EDSALL. — (El. W., N. Y., 2 dic. 1911, Vol. 52, N. 23, p. 1368).
- *Trasporto di materiali coll'elettricità.* — E. L. BARNETT. — (El. W., N. Y., 2 dic. 1911, Vol. 58, N. 23, p. 1366).
- *Riscaldamento elettrico.* — P. GOOD. — (El. Rev., L., 22 dic. 1911, Volume 69, N. 1778, p. 1013).
- *La questione dell'elettricità per riscaldamento e cucina.* — P. STEUER. — (E. T. Z., 2 nov. 1911, Vol. 32, N. 44 p. 1109).
- *Macchine per estrazione.* — W. PHILIPPI. — (E. T. Z., 19 ott. 1911, Vol. 32, N. 42, p. 1047).
- *Orologi elettrici.* — E. SCHODER. — E. T. Z., 7 dic. 1911, Vol. 32, N. 49, pag. 1233).
- *Indicatore elettrico per le porte dei magazzini nelle stazioni merci.* — GRADENWITZ. — (Cos., P., 13 nov. 1911, Anno 60, N. 1399, p. 574).
- *Macchina elettrica automatica per lustrare le scarpe.* — BERTHIER. — (Cos., P., 18 nov. 1911, anno 60, N. 1399, pag. 568).
- *Equipaggiamento elettrico moderno di una maglieria.* — F. WESTLAKE PARKINSON. — (El., L., 17 nov. 1911, Vol. LXVIII, N. 6, pag. 27) (Textile Issue).
- *L'elettricità negli stabilimenti tessili* — J. F. CROWLEY. — El., L., 17 nov. 1911, Vol. LXVIII, N. 6, pag. 20) (Textile Issue).
- *Comando separato elettrico dei telai a Wellfield presso Bolton.* —

- C. D. TAITE. — (El., L., 17 nov. 1911, Vol. LXVIII, N. 6, pag. 15) (Textile Issue).
- *Applicazione dell'elettricità nei cotonifici.* — G. H. COOKE. — (El., L., 17 nov. 1911, Vol. LXVIII, N. 6, pag. 5) (Textile Issue).
- *Nota sull'uso dei motori ad induzione per azionare le bobinatrici.* — H. F. S. HEATHER. — El., L., 10 nov. 1911, Vol. LXVIII, N. 5, pag. 177).
- *Laminatoi con inversione di moto azionati elettricamente.* — W. SYKES. — El., L., 3 nov. 1911, Vol. LXVIII, N. 4, pag. 130).
- *Impianti tessili azionati elettricamente a Manchester.* — S. L. PEARCE. — El., I., 17 nov. 1911, Vol. LXVIII, N. 6., pag. 45) (Textile Issue).
- *Azionamento elettrico in un lanificio.* — W. B. WOODHOUSE. — El., L., 17 nov. 1911, Vol. LXVIII, N. 6, pag. 32) (Textile Issue).

Argomenti diversi.

- *Il consumo dell'energia elettrica nelle stazioni ferroviarie.* — NORDMANN. — (El. Krb. Ba., Mü., 4 dic. 1911, Vol. IX, N. 34, pag. 681).
- *L'ingegnere tedesco nelle assicurazioni.* — C. WEIHE. — (E. T. Z., 5 ottobre 1911, Vol. 32, N. 40, pag. 1002).
- *Per rendere popolare l'elettricità.* — A. LOEWE. — (E. T. Z., Vol. 32, N. 50, pag. 997, 5 ott. 1911).
- *L'ozono nella purificazione dell'aria.* — E. ZOMPARELLI. — (El., R., 15 dic. 1911, anno XX, N. 24, pag. 329).
- *Apparecchio per proiezioni per le lezioni di Chimica.* — A. STOCK. — (Z. El. ch., H., 1 dic. 1911, Vol. 17, N. 23, pag. 995).
- *Il tasso dei salari nelle centrali elettriche.* — H. SCHREIBER. — (Elek., W., 25 dic. 1911, Vol. 30, N. 24, pag. 311).
- *Statistica delle centrali elettriche in Germania al 1° aprile 1911.* — G. DETTMAR. — (E. T. Z., 16 nov. 1911, — Vol. 32, N. 46, pag. 1149).
- *Politica delle tariffe.* — GLASSNER. — (E. T. Z., 9 nov. 1911, Vol. 32, N. 45, pag. 1130).
- *Il commercio di prodotti elettrotecnici dell'Austria-Ungheria coll'estero nel primo semestre del 1911.* — E. HONIGMANN. — (E. T. Z., 12 ott. 1911, Vol. 32, N. 41, pag. 1029).
- *Contributo alla teoria della preparazione delle tariffe.* — J. A. SCHOUTEN. — (E. T. Z., 14 dic. 1911, Vol. 32, N. 50, pag. 1253).
- *L'elettricità all'Esposizione d'Igiene di Dresda.* — HEILBRUNN. — (E. T. Z., 7 dic. 1911, Vol. 32, N. 49, pag. 1225).
- *Risultati pratici della propaganda dell'elettricità.* — KRAETZER. — (E. T. Z., 30 nov. 1911, Vol. 32, N. 48, pag. 1211).
- *L'esposizione «L'elettricità in casa, nella piccola industria e nell'agricoltura» a Monaco di Baviera, 1911.* — C. PAULUS. — (E. T. Z., 30 nov. 1911, Vol. 32, N. 48, pag. 1202).
- *Studio speciale sulle tubature.* — M. IEBLANC. — (Lum. El., 23 dic. 1911, Vol. XVI, N. 51, pag. 355).
- *Osservazioni e formule relative all'efflusso dei fluidi elastici.* — M. IEBLANC. — (Lum. El., 16 dic. 1911, Vol. XVI, N. 50, pag. 323).

- *Alcuni perfezionamenti recenti nei pirometri.* — R. S. WHIPPLE. — (El., L., 3 nov. 1911, Vol. LXVIII, N. 4, pag. 132).
- *L'influenza delle ricerche di laboratorio sulla formazione degli ingegneri.* — E. W. MARCHANT. — (El., L. 15 dic. 1911, Vol. LXVIII, N. 90, pag. 387).
- *Sulle tariffe.* — A. H. SEABROOK. — (El., L., 15 dic. 1911, Vol. LXVIII, N. 10, pag. 378).
- *Note sui campioni nazionali e internazionali per macchine elettriche.* — R. POHL. — (El., L., 8 dic. 1911, Vol. LXVIII, N. 9, pag. 338).
- *Metodo per aumentare l'uso dell'elettricità.* — K. WIKANDER. — (El., L., 22 dic. 1911, Vol. LXVIII, N. 11, pag. 423).
- *Apparecchio per spezzare il carbone.* — W. BOLTON SHAW. — (El., L., 22 dic. 1911, Vol. LXVIII, N. 11, pag. 420).
- *Tendenze attuali nel disegno delle macchine elettriche.* — G. B. LAMME. — (El., L., 15 dic. 1911, Vol. LXVIII, N. 10, pag. 392).

Elettrochimica ed Elettrotermica.

- *Ricerche sui prodotti della combustione.* — J. RÖSSLER. — (Z. Bel. w., B., 10 dic. 1911, Vol. XVII, N. 35, pag. 431).
- *Forni elettrici per laboratorio.* — L. UBBELOHDE. — (Z. El. ch., H., 1 dic. 1911, Vol. 17, N. 23, pag. 1002).
- *Teoria chimica dell'elemento voltaico del tipo della pila Daniell.* — P. PFEIFFER. — (Z. El. ch., H., 1 dic. 1911, Vol. 17, N. 23, pag. 990).
- *Sulla preparazione delle elettrodi di carbone per elementi galvanici.* — O. BRANDT. — (E. T. Z., 23 nov. 1911, Vol. 32, N. 47, pag. 1183).
- *Cronaca d'elettrometallurgia: I progressi ottenuti nella riduzione del minerale di ferro al forno elettrico.* — G. ARNOU. — (Lum. El., 2 dic. 1911, Vol. XVI, N. 48, pag. 269).
- *Il forno elettrico «Paragon» e lo sviluppo recente della metallurgia.* — J. HARDEN. — (El., L. 3 nov. 1911, Vol. LXVIII, N. 4, pag. 137).
- *La posizione presente della fusione elettrica dell'acciaio.* — A. M. WILLIAM. — (El., L., 13 ottobre 1911, Vol. LXVIII, N. 1, pag. 16).
- *Valore pratico dei forni elettrici ad uso commerciale.* — F. T. SNYDER. — (El., L., 15 dic. 1911, Vol. LXVIII, N. 10, pag. 388).
- *Riduzione elettrica dei minerali di ferro in Inghilterra.* — J. HARDEN. — (El., L., 29 dic. 1911, Vol. LXVIII, N. 12, pag. 467).
- *Corrosione elettrolitica del ferro colle correnti continue.* — L. R. HAYDEN. — (El., L., 29 dic. 1911, Vol. LXVIII, N. 12, pag. 470).

Elettrofisica.

- *Il comportamento dei metalli soggetti ai raggi Roentgen in presenza di gas chimicamente attivi.* — E. G. RIEMAN. — (Ph. Rev., N. Y., nov. 1911, Vol. XXXIII, N. 5, pag. 433).
- *Conduttività termica ad alte temperature.* — M. F. ANGELL. — (Ph. Rev., N. Y., nov. 1911, Vol. XXXIII, N. 5, pag. 421).

- *Studio sul selenio.* — F. C. BROWN. — (Ph. Rev., N. Y., nov. 1911, Vol. XXXIII, N. 5, pag. 403).
- *Determinazione della forza elettromotrice Peltier pei diversi metalli col metodo della compensazione.* — A. E. CASWELL. — (Ph. Rev., N. Y., nov. 1911, Vol. XXXIII, N. 5, pag. 379).
- *La fluorescenza e l'assorbimento di certi sali d'Uranio.* — E. L. NICHOLS e E. MERRITT. — (Ph. Rev., N. Y., nov. 1911, Vol. XXXIII, N. 5, pag. 354.)
- *Determinazione assoluta della minima energia di ionizzazione d'un elettrone.* — E. S. BISHOP. (Ph. Rev., N. Y., nov. 1911, Vol. XXXIII, N. 5, pag. 325).
- *Le proprietà magnetiche del ferro ad alta frequenza fino a 200.000 periodi per secondo.* — E. F. W. ALEXANDERSON. — (E. T. Z., 26 ott. 1911, Vol. 32, N. 43, pag. 1078).
- *Proprietà magnetiche del ferro a frequenza di 200.000 giri.* — E. F. ALEXANDERSON. — (Am. Inst. E. E., dic. 1911, Vol. XXX, N. 12, pag. 2465).
- *Sull'effetto Kelvin.* — P. GIRAULT. — (Ind. El., P., 10 dic. 1911, anno 20, N. 479, p. 611).
- *Alcuni calcoli pratici dei campi elettrostatici.* — V. KARAPETOFF. — (Lum. El., 2 dic. 1911, Vol. XVI, N. 48, pag. 272).
- *Sul rapporto esistente tra l'energia spesa in un tubo sorgente di raggi X e la ionizzazione prodotta dai raggi emessi.* — P. CARDANI. — (N. C., dic. 1911, anno LVII, N. 12, pag. 453).
- *Le correnti telluriche al Monte Rosa.* — A. AMERIO. — (N. C., dic. 1911, anno LVII, N. 12, pag. 437).
- *Come si stabiliscono i fenomeni luminosi all'inizio dell'arco.* — A. OCCHIALINI. — (N. C., dic. 1911, anno LVII, N. 12, pag. 431).

Generatori elettrici.

- *Generatori sincroni autoregolatori di corrente e di tensione.* — R. MOSER. — (E. T. Z., 9 nov. 1911, Vol. 32, N. 45, pag. 1127).
- *Resistenze a liquido regolabili per la prova degli alternatori.* — W. VOGEL. — (E. T. Z., 14 dic. 1911, Vol. 32, N. 50, pag. 1266).
- *Turbo alternatore della Siemens-Schuckert.* — A. THOMALEN. — (E. T. Z., 30 nov. 1911, Vol. 32, N. 48, pag. 1206).
- *La pratica della marcia in parallelo.* — L. SCHÜLER. — (E. T. Z., 30 nov. 1911, Vol. 32, N. 48, pag. 1199).
- *Caratteristiche elettriche e meccaniche dei generatori moderni, in particolare dei generatori a grande velocità.* — H. BEHN-ESCHENBURG. — (Lum. El., 16 dic. 1911, Vol. XVI, N. 50, pag. 328).
- *I fenomeni elettromagnetici che risultano mettendo in corto circuito bruscamente un alternatore.* — P. BOUCHEROT. — (Lum. El., 2 dic. 1911, Vol. XVI, N. 48, pag. 259).
- *Generatori elettrici ad altissima velocità.* — BEHN ESCHENBURG. — (Riv. Tec d'El., 14 dic. 1911, Vol. XXXVII, N. 1549, pag. 380).
- *Il problema meccanico nella costruzione dei turbo generatori a cor-*

- rente continua.* — R. J. ROBERTS. — (El., L., 10 nov. 1911, Vol. LXVIII, N. 5, pag. 168).
- *Prove sul riscaldamento delle dinamo.* — S. P. THOMPSON. — (El., L., 15 dic. 1911, Vol. LXVIII, N. 10, pag. 392).
- *Generatori ad induzione per motori monofasici pesanti.* — E. F. W. ALEXANDERSON. — (El., L., 15 dic. 1911, Vol. LXVIII, N. 10, pag. 381).
- *Turbo generatori negli impianti tessili.* — R. J. KAULA. — (El., L., 17 nov. 1911, Vol. LXVIII, N. 6, pag. 39) (Textile Issue).

Illuminazione.

- *Studio per l'illuminazione di Kiel.* — L. WEBER. — (Ill. Eng., L., dic. 1911, Vol. IV, N. 12, pag. 669).
- *La distribuzione dello splendore del cielo.* — H. BORCHARDT. — (Ill. Eng., L., dic. 1911, Vol. IV, N. 12, pag. 672).
- *Sull'irradiazione delle lampade elettriche ad incandescenza.* — J. RUSSNER. (E. T. Z., 12 ott. 1911, Vol. 32, N. 41, pag. 1026).
- *Il rendimento relativo delle lampade ad incandescenza a temperatura costante e variabile del filamento.* — E. F. EDWARDS. — (Z. Bel. w., B., 30 dic. 1911, Vol. XVII, N. 36, pag. 439).
- *L'unità luminosa.* — B. v. REITZENSTEIN. — (Z. Bel., w., B., 10 dic. 1911, Vol. XVII, N. 34, pag. 415).
- *Calcolo dell'illuminazione orizzontale.* — F. BIACIZEK. — (El. u. Masch., W., 10 dic. 1911, Vol. XXIX, N. 50, pag. 1025).
- *L'impianto trifasico di luce Moore all'Istituto elettrotecnico del R. Politecnico di Breslavia.* — G. HILPERT. — (E. T. Z., 2 nov. 1911, Vol. 32, N. 44, pag. 1103).
- *Impianto in serie di lampade ad arco ad alta tensione.* — A. HESS. — (Ill. Eng., L., dic. 1911, Vol. IV, N. 12, pag. 673).
- *Un fotometro portatile.* — GRADENWITZ. — (Cos. P., 9 dic. 1911, anno LX, N. 1402, pag. 650).
- *Le lampade ad incandescenza non hanno autoinduzione?* — M. HÖCHSTÄDTER. — (El., L., 15 dic. 1911., Vol. LXVIII, N. 10, pag. 380).
- *L'illuminazione elettrica dei treni.* — R. T. SMITH. — (El., L., 1 dic. 1911, Vol. LXVIII, N. 8, pag. 294).
- *Conisderazioni pratiche sull'illuminazione dei cotonifici.* — J. M. SMITH. — (El., L., 17 nov. 1911, Vol. LXVIII, N. 6, pag. 53 (Textile Issue)).

Impianti.

- *L'impianto elettrico Dott. Rossi - Legnano.* — W. RODENHAUSER. — (El. Krb. Ba., M., 14 dic. 1911, Vol. IX, N. 35, pag. 709).
- *Alcune note sugli impianti europei a tre fili a macchine a gas.* — W. H. MÜLLER. — (El. W., N. Y., 2 dic. 1911, Vol. 58, N. 23, pag. 1363).
- *Miglioramento degli alimentatori nei sistemi a corrente continua a 3 fili.* — A. W. WELCH. — (El. W., N. Y., 2 dic. 1911, Vol. 58, N. 23, pag. 1361).

- *Piccolo impianto idroelettrico di Springfield.* — M. A. HICKS. — (El. W., N. Y., 2 dic. 1911, Vol. 18, N. 58, N. 23, pag. 1358).
- *La corrente di carica delle linee di trasmissione trifasiche.* — G. S. HUMPHREY. — (El., W., N. Y., 25 nov. 1911, Volum. 58, N. 22, pag. 1300).
- *Semplice localizzazione dei guasti.* — H. H. JOWERS. — (El. Rev., L., 15 dic. 1911, Vol. 69, N. 1777, pag. 972).
- *La centrale di Bächingen sulla Brenz.* — P. STIERSTORFER. — (E. T. Z., 5 ott. 1911, Vol. 32, N. 40, pag. 999).
- *La centrale a gas del Laar, a Ruhrort.* — L. PATRIARCA. — (El., R., 15 dic. 1911, anno XX, N. 24, pag. 332).
- *Su alcuni metodi di prevenzione delle sovratensioni interne.* — A. DINA. — (El., R., 1 dic. 1911, anno XX, N. 23, pag. 309).
- *Le perdite per il fenomeno della corona nelle trasmissioni.* — H. GÖRGENS, P. WEIDING e A. JAENSCH. — (E. T. Z., 26 ott. 1911, Vol. 32, N. 43, pag. 1071).
- *Nuovo procedimento per isolare le bobine in macchine ad alta tensione.* — K. PERLEWITZ. — (E. T. Z., 12 ott. 1911, Vol. 32, N. 41, pag. 1028).
- *Sulle perturbazioni prodotte da impianti a corrente intensa su quelli a corrente debole.* — K. HOHAGE. — (E. T. Z., 21 dic. 1911, Vol. 32, N. 51, pag. 1295).
- *Ricerche sull'impiego delle batterie a repulsione.* — L. SCHRÖDER. — (E. T. Z., 21 dic. 1911, Vol. 32, N. 51, pag. 1288).
- *La centrale ad alta tensione della miniera di carbone fossile della Prussia Renana, presso Homberg-Niederrhein.* — A. FELDSMANN. — (E. T. Z., 7 dic. 1911, Vol. 32, N. 49, pag. 1223).
- *Sull'impiego dell'energia elettrica nelle miniere inglesi.* — PHILIPPI. — (E. T. Z., 23 nov. 1911, Vol. 32, N. 47, pag. 1186).
- *Centrali per la generazione dell'energia nei centri minerari.* — J. V. HUNTER. — (Am. Inst. E. E., Vol. XXX, N. 12, pag. 2493).
- *Tavole delle funzioni iperboliche in corrispondenza alle lunghe linee di trasmissione a corrente alternata.* — (A. E. KENNELLY. — Am. Inst. E. E., dic. 1911, Vol. XXX, N. 12, pag. 2481).
- *L'impianto idroelettrico di Brusio.* — BELLET. — (Cos., P., 11 nov. 1911, anno LX, N. 1398, pag. 545).
- *Marcia simultanea di centrali alimentanti una stessa rete.* — G. SEMENZA. — (Riv. tec. d'El., 14 dic. 1911, Vol. XXXVII, N. 1549, p. 383).
- *Valvole elettrolitiche.* — R. S. WILLOWS. — (El., L., 1 dic. 1911, Volume LXVIII, N. 8, pag. 302).
- *Piccoli impianti elettrici.* — P. A. SPALDING. — (El., L., 29 dic. 1911, Vol. LXVIII, N. 12, pag. 460).

Materiali.

- *Spessore dell'isolante elettrico e termico.* — C. HERING. — (El. W., N. Y., 25 nov. 1911, Vol. 58, N. 22, pag. 1303).
- *Innovazioni nel campo degli isolatori per alte tensioni.* — K. BRECHT. — (Elek., W., 10 dic. 1911, Vol. 30, N. 23, pag. 253).

- *Aria e olio come isolatori per alte tensioni. La corona nelle trasmissioni.* — H. J. RYAN. — (E. T. Z., 2 nov. 1911, V. 32, N. 44, pag. 1104).
- *Considerazioni sugli isolatori a sospensione.* — W. WEICHER. — (E. T. Z., 14 dic. 1911, Vol. 32, N. 50, p. 1262).
- *I cavi con conduttore a settore.* — W. DEUTSCH. — (Riv. tec. d'El., 7 dicembre 1911, Vol. XXXVII, N. 1548, p. 556).
- *Isolatore a sospensione di alto isolamento.* — A. O. AUSTIN. — (El. L., 20 ott. 1911, Vol. LXVIII, N. 2, p. 47).
- *Alcune prove recenti sugli interruttori ad olio.* — E. B. MERRIAM. — (El. L., 29 dic. 1911, Vol. LXIV, N. 12, pag. 471).

Metodi e strumenti di misura.

- *Misura delle perdite nei dielettrici mediante il ponte a corrente alternata.* — K. W. WAGNER. — (E. T. Z., 5 ott. 1911, Vol. 32, N. 40, p. 1001).
- *Ondometro a lettura diretta.* — A. GRADENVITZ. — (El. R., 1 dic 1911, Anno XX, N. 23, p. 317).
- *Termometria a distanza.* — E. ZOMPARELLI. — (El. R., 15 nov. 1911, Anno XX, N. 22, p. 302).
- *Nuovo dispositivo per il collaudo dei lamierini secondo le norme del V. D. E.* — VAN LONKHUYZEN. — (E. T. Z., 9 nov. 1911, Vol. 32, N. 45, p. 1131).
- *I fondamenti dei sistemi di misura.* — K. SCHREBER. — (E. T. Z., 9 novembre 1911, Vol. 32, N. 45, p. 1125).
- *Apparecchi di misura con dispositivi di protezione contro i sovraccarichi.* — RUDOLPH. — (E. T. Z., 19 ott. 1911, V. 32, N. 42, pag. 1055).
- *Metodo pratico per il calcolo delle cadute di tensione nelle trasmissioni.* — N. FORSSBLAD. — (E. T. Z., 23 nov. 1911, V. 32, N. 47, p. 1185).
- *Il contatore elettrico; influenza della natura e dei diversi regimi di carico; errori; irregolarità di marcia.* — A. DURAND. — (Lum. El., 9 dic. 1911, Vol. XVI, N. 49, p. 291).
- *Il calcolo degli shunt.* — F. T. CHAPMAN. — (El. L., 15 dic. 1911, Volume LXVIII, N. 10, p. 389).
- *Metodi moderni elettrici per le misure della temperatura.* — J. RAUTENKRANTZ. — (El. L., 8 dic. 1911, Vol. LXVIII, N. 9, p. 349).
- *Determinazione sperimentale dell'induttanza dei conduttori lineari.* — A. C. JOLLEY e A. F. BURGESS. — (El. L., 24 nov. 1911, Vol. LXVIII, N. 7, pag. 254).
- *Confronto fra Voltmetri e Amperometri da quadro americani.* — T. T. FITCH e C. J. HUBER. — (El. L., 22 dic. 1911, Vol. LXVIII, N. 11, pag. 424).

Motori elettrici.

- *Slittometro per motori ad induzione.* — E. SCHNECKENBERG. — (E. T. Z., 16 nov. 1911, Vol. 32, N. 46, p. 1162).
- *Freni elettrici con riguardo speciale ai motori a commutatore a cor-*

- rente alternata.* — F. NIETHAMMER e E. SIEGEL. — (El. u. Masch., W. 24 dic. 1911, Vol. XXIX, N. 52, p. 1063).
- *Il diagramma delle correnti in un motore in serie trifasico.* — A. THOMALEN. — (E. T. Z., 2 nov. 1911, Vol. 32, N. 44, p. 1108).
- *Regolaggio di grandi motori ad induzione mediante variatori di frequenza.* — A. HEYLAND. — (E. T. Z., 19 ott. 1911, Vol. 32, N. 42, p. 1054).
- *Calcolo pratico della dispersione nei motori a collettore a corrente alternata.* — M. SCHENKEL. — (El. u. Masch., W., 10 dic. 1911, V. XXIX, N. 50, pag. 1019).
- *Influenza delle dimensioni nel fattore di potenza massimo nei motori ad induzione.* — TH. HOOCK. — (E. T. Z., 21 dic. 1911, Vol. 32, N. 51, pag. 1300).
- *Riduzione dello scintillio alle spazzole nei motori monofasici a collettore.* — R. RICHTER. — (E. T. Z., 14 dic. 1911, Vol. 32, N. 50, p. 1258).
- *Metodo per variare la velocità dei motori a corrente alternata.* — G. A. MAIER. — (Am. Inst. E. E. dic. 1911, Vol. XXX, N. 12, p. 2511).
- *Il miglioramento del fattore di potenza coll'impiego di motori sincroni sovraccitati.* — HENRY. — (Ind. El., P., 25 dic. 1911, Anno 20, N. 480, pag. 629).
- *I motori polifasici a collettore.* — R. LEGOUÉZ. — (Ind. El., P., 10 dic. 1911, Anno 20, N. 479, p. 615).
- *Il diagramma di Heyland oltre il sincronismo.* — H. J. S. HEATHER. — (El., L., 27 ott. 1914, Vol. LXVIII, N. 3, p. 98).
- *Il motore a repulsione monofasico.* — TH. F. WALL. — (El., L., 20 ott. 1911, Vol. LXVIII, N. 2, p. 50).
- *Isteresi del rotore in motori polifasici ad induzione.* — D. ROBERTSON. — (El., I., 13 ott. 1911, Vol. LXVIII, N. 1, p. 12).

Motori primi.

- *Recente sviluppo delle macchine Diesel per l'azionamento delle dinamo.* — A. P. CHALKLEY. — (El., L., 20 ott. 1911, Vol. LXVIII, N. 2, pagina 52).
- *L'utilizzazione del vapore di scappamento.* — F. L. RICHTER. — (E. T. Z., 26 ott. 1911, Vol. 32, N. 43, p. 1083).

Radiotelegrafia e radiotelefonica.

- *Riposa la radiotelegrafia sull'irradiazione attraverso la terra.* — L. ZEHNDER. — (E. T. Z., 2 nov. 1911, Vol. 32, N. 44, p. 1101).
- *Realizzazione delle terre in radiotelegrafia.* — C. A. CULVER. — (El., W., N. Y., 2 dic. 1911, Vol. 58, N. 23, p. 1360).
- *Amperometro a filo caldo senza shunt per radiotelegrafia.* — R. HARTMANN - KEMPF. — (E. T. Z., 9 nov. 1911, Vol. 32, N. 45, p. 1134).
- *Impiego del Coherer nei circuiti aperiodici.* — MOSLER. — (E. T. Z., 12 ott. 1911, Vol. 32, N. 41, p. 1027).
- *Radiotelegrafia e aeronautica.* — K. LUBOWSKY. — (E. T. Z., 14 dic. 1911, Vol. 32, N. 50, p. 1265).

- *Radioteleggrafia sui palloni.* — MOSLER. — (E. T. Z., 30 nov. 1911, Volume 32, N. 48, p. 1204).
- *Definizione del rendimento pratico della telegrafia senza fili.* — F. ERSKINE - MURRAY. — (Lum. El., 16 dic. 1911, Vol. XVI, N. 50, p. 331).
- *La nuova stazione di telegrafia senza fili della torre Eiffel e gli alternatori a risonanza.* — L. FOURNIER. — (Cos., P., 30 dic. 1911, Anno 60, N. 1405, p. 734).
- *Applicazione della telegrafia senza fili nel distretto delle Amazzoni fra Pera e Lima.* — E. REINHARD. — (El., L., 8 dic. 1911, Volum. LXVIII, N. 9, pag. 341).
- *Brevetti recenti nella radioteleggrafia.* — W. H. ECCLES. — (El., L., 22 dic. 1911, Vol. LXVIII, N. 11, p. 427).

Telegrafia, telefonia e segnalazioni.

- *Sulla telefonia automatica.* — E. ZOMPARELLI. — (El., R., 15 ott. 1911, Anno XX, N. 20, p. 261).
- *La nuova linea telefonica New-York-Denwer.* — R. NOWOTNY. — (El. u. Masch., W., 17 dic. 1911, Vol. XXIX, N. 51, p. 1044).
- *Impianto telefonico di Copenaghen.* — FR. JOHANNSEN. — (E. T. Z., 16 nov. 1911, Vol. 32, N. 46, p. 1160).
- *Dispositivo di compensazione dell'inerzia della cella a Selenio impiegata a scopo telefotografico.* — B. ZAVADA. — (E. T. Z., 2 nov. 1911, Vol. 32, N. 44, p. 1111).
- *Centralini privati e impianti telefonici.* — K. SCHEIBE. — (E. T. Z., 26 ott. 1911, Vol. 32, N. 43, p. 1081).
- *Rigidità elettrica dei cavi.* — W. DEUTSCH. — (E. T. Z., 23 nov. 1911, Vol. 32, N. 47, p. 1175).
- *Il telefono a Copenaghen.* — FOURNIER. — (Cos. P., 16 dic. 1911, Anno 60, N. 1403, p. 684).
- *La questione dell'elettrolisi nel piombo dei cavi telefonici.* — G. MAGNINI. — Riv. tec. d'El., 7 dic. 1911, Vol. XXXVII, N. 1548, p. 365).
- *I vari sistemi di telegrafia multipla.* — W. A. J. O' MEARA. — (El., L., 27 ott. 1911, Vol. LXVIII, N. 3, p. 92).

Trasformatori e convertitori.

- *Le caratteristiche dei trasformatori in serie.* — A. P. YOUNG. — (El., W., N. Y., 9 dic. 1911, Vol. 58, N. 24, p. 1428).
- *La formazione di depositi negli oli da trasformatori.* — H. D. SYMONS. — (El. Rev., L., 22 dic. 1911, Vol. 69, N. 1778, p. 1039).
- *Relazione sui motori generatori, convertitori e raddrizzatori.* — SILVANUS P. THOMPSON. — (El., R., 15 nov. 1911, Anno XX, N. 22, p. 293).
- *Nuovo metodo per convertire la corrente alternata in continua.* — E. FALKENTHAL. — (El. L., 8 dic. 1911, Vol. LXVIII, N. 9, p. 351).

Trazione.

- *La ferrovia elettrica a cremagliera Stresa-Mottarone all'Esposizione di Torino.* — P. VISCIDI. — (El., R., 15 dic. 1911, Anno XX, N. 24, pagina 325).
- *La trazione elettrica alla Esposizione di Torino.* — A. LINGUA. — (El., R., 1 nov. 1911, Anno XX, N. 21, p. 277).
- *Ampliamento della centrale e delle linee della tramvia urbana e suburbana Blankenese-Ohlsdorf.* — W. WECHMANN. — (E. T. Z., 16 nov. 1911, Vol. 32, N. 46, p. 1152).
- *L'aumento del traffico e le nuove automotrici della linea Blankenese-Ohlsdorf.* — FREUND. — (E. T. Z., 26 ott. 1911, Vol. 32, N. 43, p. 1072).
- *Il nuovo contratto di concessione delle tramvie Berlinesi.* — E. SCHIFF. — (E. T. Z., 19 ott. 1911, Vol. 32, N. 42, p. 1050).
- *La trazione elettrica sulle ferrovie. La linea aerea per la presa di corrente.* — H. MARCHAND. — (Cos., P., 11 nov. 1911, Anno 60, N. 1398, pag. 538).
- *Scambio automatico Pestalozza-Sandri.* — P. PESTALOZZA. — (Riv. tec. d'El., 21 dic. 1911, Vol. XXXVII, N. 1550, p. 391).
- *Nuova teoria sulla causa dell'increspamento delle rotaie.* — G. E. PELLISSIER. — (El., L., 17 nov. 1911, Vol. LXVIII, N. 6, p. 221).

ERRATA-CORRIGE

E. SOLERI — L' Elettività all' Esposizione Internazionale di Torino

Vol. XVI° - Fasc. 1.°

A pag. 12 ultimo capoverso, 5^a riga invece di:

*trasformatore trifase a raffreddamento con circolazione d'acqua per
8000 volt, ecc.*

leggere:

*trasformatore trifase a raffreddamento con circolazione d'acqua per
8000/50.000 volt, ecc.*

375

24/7/13

Vol. XVI.

Marzo 1912

Fasc. 3.^o

Pubblicazione mensile.

Conto Corrente con la Posta.

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

UFFICIO CENTRALE

Telefono 20-86

Telegrammi ASSELITA

MILANO, Via S. Paolo, 10

— Erecta in Ente Morale il 3 Febbraio 1910. —

Premiata col Diploma di benemerenza all'Esposizione di Como nel 1889 — Gran Premio all'Esposizione di Saint Louis nel 1904; — Gran Premio all'Esposizione di Brescia nel 1910.



INDICE.

N. 1. Résumé des Communications contenues dans la présente livraison . . .	Pag. 165
» 2. Contributo allo studio degli isolatori per linee ad altissime tensioni - Ing. E. ALESSANDRI	» 167
— Discussione	» 197
» 3. Discussione sulla Comunicazione « Contributo allo studio delle correnti vaganti » dell'Ing. G. REVESSI - Sezione di Roma A. E. I.	» 199
» 4. Verbali delle Sezioni	» 203
» 5. Congresso Applicazioni elettriche, Torino - Comunicazione della Presidenza »	211
» 6. Recensioni	» 213
» 7. Indice dei più importanti articoli pubblicati nei periodici	» 241
<i>Pubblicità Industriale da I a XII e da XIII a XX</i>	

Le riviste che desiderano riprodurre qualcuno degli articoli qui stampati sono pregate di indicare che sono presi dagli Atti della A. E. I.

PROPRIETÀ LETTERARIA



MILANO
STUCCHI, CERETTI e C
1912.

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

UFFICIO CENTRALE

MILANO = 10 - Via S. Paolo - 10 = MILANO

CONSIGLIO GENERALE

PRESIDENZA 1912-1914

Presidente Onorario: PACINOTTI Prof. ANTONIO.

Presidente LORI Prof. Ing. FERDINANDO — Padova;
Vice-Presidente BATTELLI On. Prof. ANGELO, Roma — LOMBARDI Prof. Ing. LUIGI, Napoli —
SEMENZA Ing. GUIDO, Milano;
Segretario Generale PARVUPASSU Ing. Prof. CARLO, Padova;
Vice-Segretario Generale BIANCHI Ing. ANGELO, Milano;
Cassiere BARBAGELATA Prof. Ing. ANGELO, Milano.

Consiglieri rappresentanti le Sezioni per il 1912.

BOLOGNA — Amaduzzi Prof. Lavoro, *Presidente* — Raffi Ing. Pasquale;
CATANIA — Fusco Ing. Francesco, *Presidente* — Carnazza On. Gabriello — Vismara Ing. Emirico;
GENOVA — Rumi Prof. Ing. Cav. Uff. A. Sereño, *Presidente* — Königsheim Ing. Sigismondo — Pugliese Ing. Augusto;
LIVORNO — Vivarelli Prof. Aristide, *Presidente* — Lodolo Ing. Cav. Alberto;
MILANO — Panzarasi Ing. Alessandro, *Presidente* — Bertini Ing. Angelo — Civita Ing. Domenico — Conti Ing. Comm. Ettore — Danioni Ing. Filippo — Fenzi Ing. Enzo — Gadda Ing. Giuseppe — Jona Ing. Emanuele — Motta Ing. Giacinto — Stucchi Prinetti Ing. Giacinto — Vannotti Ing. Ernesto;
NAPOLI — Lombardi prof. Luigi, *Presidente* — Bonghi Cav. Ing. Mario — Curti Ing. Cav. Camillo Albino — Granfesi Ing. Aslan — Vallauri Ing. Giancarlo.
PADOVA — Amati Ing. Giuseppe, *Presidente* — Milani Ing. Cav. Paolo;
PALERMO — Dina Prof. Ing. Alberto, *Presidente* — Buttalarri Ing. Gaetano;
ROMA — Del Buono Ing. Ulisse, *Presidente* — Ascoli Cav. Prof. Moisé — Majorana Prof. Comm. Quirino — Mengarini Comm. Prof. Guglielmo — Piola Prof. Francesco;
TORINO — Tedeschi Comm. Inr. Vittorio, *Presidente* — Grassi Comm. Prof. Guido — Jervis Ing. Tommaso — Ferraris Ing. Prof. Lorenzo — Guagno Ing. Enrico.

CONSIGLI DELLE SEZIONI.

BOLOGNA, V a Pietrafitta, 11 — *Presidente:* Amaduzzi Prof. Lavoro; *Vice-Pres.:* Donati Ing. Alfredo; *Segretario:* Palugi Ing. Torquato; *Cassiere:* Gasparini Ing. Cleto; *Consiglieri:* Calzoni Ing. Adolfo, Cesari Ing. Ettore, Mantegazzini Ing. Giovanni, Novi Cav. Ing. Michelangelo.

CATANIA, Via Etna, 308 — *Pres.:* Fusco Ing. Francesco; *Vice-Pres.:* Boggiolera Prof. Enrico; *Segr.:* De Luca Ing. Luigi; *Cassiere:* Interdonato Ing. Pietro; *Consiglieri:* Colacurci Ing. Prof. Vincenzo, Fichera Ing. G.B., Majorana Ing. Fabio, Tenerelli Ing. Francesco.

GENOVA, Via Interiano, 3-6 — *Pres.:* Rumi Pr f. Ing. A. Sereño; *Vice-Pres.:* Ronco Prof. Ing. Nino; *Segretario:* Anfosì Ing. Giovanni; *Cassiere:* Cappellini Cav. Vittorio; *Consiglieri:* Grimaldi Ing. Prof. Cesare, Galliano Ing. Salvatore, Dossmann Ing. Gustavo, Piaggio Ing. Carlo.

LIVORNO, Via Scali del Pesce, 2 — *Presidente:* Vivarelli Prof. Aristide; *Vice-Pres.:* Rosselli Ing. Cav. Angelo; *Segretario:* Dalmedico Ing. Gustavo; *Cassiere:* Catani Ing. Gualberto; *Consiglieri:* Vespignani Cav. Giuseppe, Vivarelli Ing. Virginio.

MILANO, Via S. Paolo, 10 — *Pres.:* Panzarasi Ing. Alessandro; *Vice-Pres.:* Gadda Ing. Giuseppe; *Segretario:* Campos Ing. Gino; *Cassiere:* Bianchi Ing. Angelo; *Consiglieri:* Arcioni Ing. Vittorio, Brioschi Ing. Franco, Clerici Ing. Carlo, Colti Ing. Carlo, Piazzoli Ing. Emilio.

NAPOLI, Via Nardones, 113 — *Presidente:* Lombardi Prof. Luigi; *Vice-Pres.:* Pizzuti Ing. Michele; *Segr.:* Massaro Ing. Marino; *Cassiere:* Sargese Ing. Achille; *Consiglieri:* Boubée Prof. Comm. F. C. Paolo, Ferrar, Ing. Carlo, Indaco Prof. Vincenzo, Liguori Ing. Piro Ragno Prof. Saverio, Ruffolo Ing. Francesco.

PADOVA, Via Dante, 38 — *Presidente:* Amati Ing. Giuseppe; *Vice-Pres.:* Lori Prof. Ing. Ferdinando; *Segret.:* Lev; Da Zara Dott. Mario; *Cassiere:* Turazza Prof. Giacinto; *Consiglieri:* Corinaldi Ing. Amedeo, Curazzolo Ing. Giuseppe.

PALERMO, Via Maqueda, 175 — *Presidente:* Dina Ing. Prof. Alberto; *Vice-Pres.:* Pagliani Prof. Cav. Stefano; *Segretario:* Santangelo Ing. G. Battista; *Cassiere:* Mistracchi Prof. Felice; *Consiglieri:* Arena Prof. Ing. Oreste, Ovaiza Prof. Ing. Elia.

ROMA, Via delle Murate, 70, (Palazzo dei Sabini) — *Presidente:* Del Buono Ing. Ulisse; *Vice-Pres.:* Revessi Ing. Prof. Giuseppe; *Segretario:* Carletti Ing. Aurio; *Cassiere:* Lattes Comm. Ing. Oreste; *Consiglieri:* Biagini Ing. Augusto, Bordonni Ing. Prof. Ugo, Corbino Prof. O. Mario, Di Piro Comm. Prof. Giovanni, Fano Ing. Guido, Faranda Cav. Ing. Alberto.

TORINO, Galleria Nazionale — *Pres.:* Tedeschi Comm. Ing. Vittorio; *Vice-Presidente:* N. N.; *Segretario:* Ing. Palestrino Carlo; *Cassiere:* Luino Andrea; *Consiglieri:* Bianza Ing. Cav. Giuseppe, Forster Ing. Paolo, Vegardi Ing. Giuseppe, Rossi Prof. Andrea, Trasciatti Ing. Cav. Angelo, Valabrega Ing. Raffaele.

Presidenti antecedenti:

Prof. Comm. Galileo Ferraris (dal 27 Dicembre 1896 al 7 Febbraio 1897)
— Prof. Comm. Giuseppe Colombo (1897-1899) — Prof. Comm. Guido Grassi (1900-1902).
Prof. Comm. Moisé Ascoli (1903-1905) —
Ing. Cav. Emanuele Jona (1906-1908) — Ing. Prof. Luigi Lombardi (1909-1911).

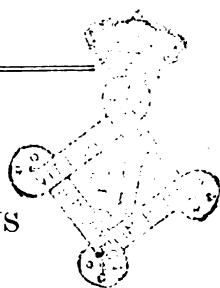
MEMBRI DEL COMITATO DI REVISIONE DELLE NORME.

Prof. Luigi Lombardi, *Presidente* — Ing. Fano Guido — Ing. Prof. Ferraris Lorenzo — Ing. Giacinto Motta — Ing. Pontiggia Luigi — Ing. Salvadori Riccardo — Ing. Bonghi Mario (Napoli) — Ing. Carazzolo Giuseppe (Padova) — Ing. Dal Medico Gustavo (Livorno) — Ing. Del Buono Ulisse (Roma) — Prof. Dina Alberto (Palermo) — Ing. Jona Emanuele (Milano) — Ing. Königsheim Sigmund (Genova) — Prof. Majorana Quirino (Roma) — Ing. Marioni Salvatore (Bologna) — Ing. Morelli Ettore (Cons. Gen.) — Ing. Raffi Pasquale (Bologna) — Ing. Semenza Guido (Cons. Gen.) — Ing. Soleri Elvio (Torino) — Ing. Trossarelli Ottavio (Torino) — Sig. Utili Giuseppe (Napoli) — Ing. Vannotti Ernesto (Milano) — Ing. Vismara Emirico (Catania).

ATTI
DELLA
ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA
UFFICIO CENTRALE - MILANO

N. 1.

RÉSUMÉ
DES CONFÉRENCES ET DES COMMUNICATIONS
CONTENUES DANS LA PRÉSENTE LIVRAISON



Ing. E. ALESSANDRI. — Contribution à l'étude des isolateurs pour tensions très élevées.

L'auteur dit que, lorsque la tension de travail d'une ligne électrique dépasse les 75.000 volts, les Isolateurs raides, sont insuffisants: il faut employer des Isolateurs à suspension. Il fait une calculation analytique (au moyen de la théorie des condensateurs) de la distribution du potentiel dans le différents types d'Isolateurs.

Parmi les Isolateurs à suspension, l'A. démontre que le meilleur, au point de vue électrique, est sans doute l'Isolateur composé de plusieurs isolateurs élémentaires de porcelaine, scellés dans des calottes de fonte qui servent à les lier l'un à l'autre, et qui forment, avec la porcelaine, et avec les boulons scellés dans les cavités inférieures de chaque Isolateur élémentaire, une cascade de condensateurs presque fermés.

Le défaut de ce type était, jusqu'aujourd'hui, le manque de enchainement, entre les différents Isolateurs élémentaires. L'A. montre, en l'expliquant, un dispositif, breveté par la Société Richard-Ginori, qui permet d'entrelier parfaitement, les différentes parties métalliques de l'Isolateur, et empêche au conducteur de tomber, même lorsque la porcelaine est tout à fait cassée et enlevée.

N. 2.

CONTRIBUTO ALLO STUDIO DEGLI ISOLATORI PER LINEE AD ALTISSIME TENSIONI

*Comunicazione fatta dal socio Ing. E. ALESSANDRI
 alla Sezione di Milano il 12 gennaio 1912.*

Per la lunghezza sempre maggiore delle linee elettriche destinate a trasporto d'energia, dovuta al fatto che essendo ormai sfruttate le forze idrauliche vicine ai centri industriali, si va mano mano utilizzando quelle più lontane, la tensione d'esercizio degli

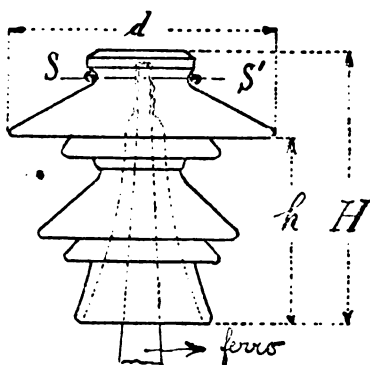


Fig. 1.

impianti che successivamente si sono fatti, e si vanno facendo, ha seguito una curva rapidamente ascensionale.

Uno degli ostacoli più gravi che si trovano nell'adozione di tensioni molto elevate, anzi il più grave di tutti, è la difficoltà di isolamento della linea, soprattutto in località umide e piovose.

Dall'esperienza fatta sinora, risulterebbe che gl'isolatori rigidi, dei tipi abitualmente usati (vedi fig. N. 1.) aventi il condut-

tore fissato superiormente, ed un pernotto o supporto entrante nell'isolatore dalla sua parte inferiore, non siano praticamente consigliabili per tensioni d'esercizio superiori ai 75000 volts. Anche quelli già eseguiti per tali tensioni, sono assai voluminosi e pesanti, e ad onta di ciò il coefficiente di sicurezza ch'essi offrono, è assai basso, cominciando tali isolatori a dare, sotto la pioggia, perdite sensibili a tensione di poco superiore a quella d'esercizio.

Per quanto riguarda le dimensioni (e per conseguenza il costo

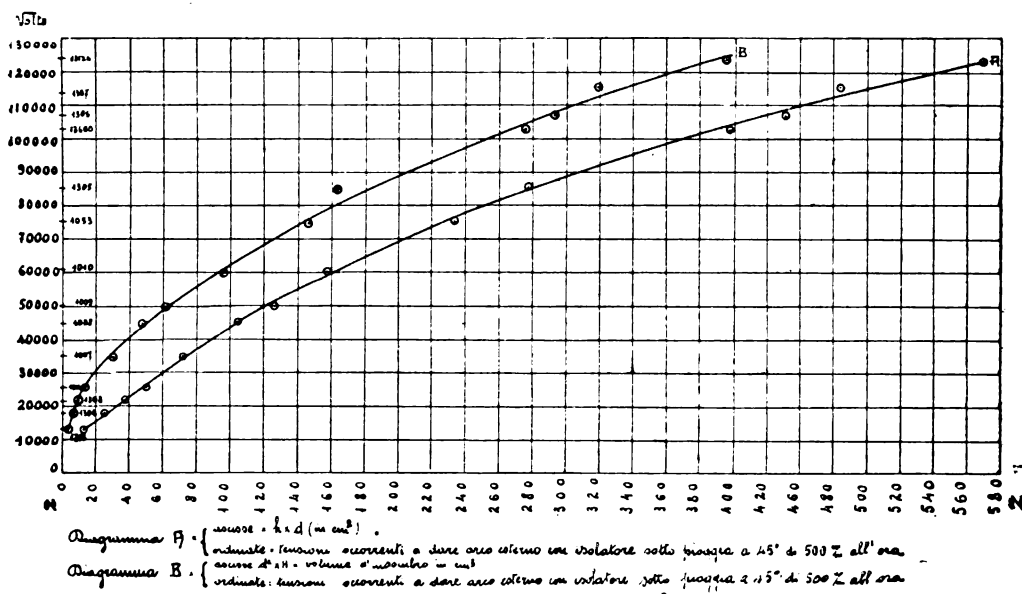


Fig. 2.

e le difficoltà di trasporto e di montaggio) bisogna anche tener presente, che la grandezza da assegnarsi ad un'isolatore, affinché esso resista sotto pioggia ad una data tensione, cresce non già proporzionalmente alla tensione stessa, ma in ragione più rapida.

Prendiamo in esame una serie di grandezze gradualì, di isolatori tutti disegnati sopra uno dei modelli che diede sempre in pratica i migliori risultati (il tipo Paderno): si misurino come ordinate le tensioni alle quali ciascun isolatore, sotto pioggia di 500 millimetri all'ora, inclinata a 45° colla verticale, permette la formazione di arco superficiale permanente. Come ascisse si portino i prodotti dei diametri massimi d per l'altezze utili h (vedi fig. 1) (si chiama altezza utile d'un isolatore quella misurata al disotto dell'orlo della campana più alta, essendo la parte al disopra di

quell'orlo resa elettricamente inutile dalla pioggia che la bagna completamente); si ottiene così il diagramma *A* della figura 2.

Se mantenendo come ordinate le tensioni d'arco esterno, sotto pioggia, si segnano come ascisse i prodotti ($d^2 \cdot H$) dovè d , è ancora il diametro massimo, ed H l'altezza totale (vedi fig. N. 1) dell'isolatore, si ha il diagramma *B* della fig. N. 2. Vediamo il significato di tali diagrammi:

La efficienza elettrica E d'un isolatore, è misurata dalla tensione occorrente a stabilire sotto pioggia inclinata un'arco permanente alla sua superficie.

Il diagramma *A* rappresenta dunque la resistenza elettrica E all'arco esterno sotto pioggia, degli isolatori *in funzione delle loro dimensioni utili*, e si vede subito dall'esame della curva, che tale funzione non è lineare, ma che il rapporto $\frac{E}{d \cdot h}$ va diminuendo col crescere delle dimensioni dell'isolatore.

Il diagramma *B* invece rappresenta la resistenza elettrica E (nelle condizioni già descritte) in funzione del volume d'ingombro ($d^2 H$), volume che è proporzionale al costo dell'isolatore stesso, e dall'esame della curva risulta che il rapporto $\frac{E}{d^2 H}$ va decrescendo col crescere dell'isolatore, il che vuol dire in altre parole, che il costo d'un isolatore cresce in ragione molto più rapida di quella con cui aumenta la sua efficienza elettrica.

Se nel disegnare i diagramma *A* e *B*, invece delle tensioni occorrenti a dare l'arco permanente superficiale, si fossero portate come ordinate le tensioni sufficienti a dare perdite sensibili e visibili, sotto forma di crepitio, di fiocchi luminosi e scintille, le due curve avrebbero assunto tendenza anche più accentuata a divenire parallele all'asse delle ascisse. Tali curve non vennero qui disegnate, perchè essendo incerta la determinazione della differenza di potenziale a cui si deve sottoporre un isolatore, perchè esso cominci a dare perdita, esse sarebbero sembrate troppo empiriche.

Nella tabella seguente, sono inquadrare le cifre che servirono alla costruzione dei diagrammi della fig. 5.

Studio sugli isolatori tipo Paderno.

N. di Modello	d diametro massimo m/m	h altezza utile cioè dalla base all'orlo della campana sup.	H altezza massima m/m	$\frac{h \times d}{100}$ Prodotto delle dimensioni utili in cm. ²	$\frac{d^2 \times H}{1000}$ Volume d'ingombro in cm. ³	Tensione d'arco esterno a isolatore sotto pioggia a 45° di 400 m/m all'ora
1216	105	32	78	33	860	13000
1304	114	57	97	65	1260	18200
1303	128	75	124	96	2030	22000
1214	150	84	138	126	3110	25500
1007	187	97	176	181	6150	35000
1008	217	120	203	260	9550	44000
1009	240	131	214	314	12300	50000
1010	288	137	230	394	19050	61000
1053	315	185	293	583	29100	75500
1305	322	217	330	694	34000	85500
13600	390	255	365	995	55500	103000
1306	390	258	384	1080	58500	107000
1307	390	296	420	1154	63800	114000
13124	422	323	447	1368	79500	123000

I costruttori di linee elettriche si lamentano perchè gli isolatori per tensioni di oltre 70000 volts d'esercizio, sono assai pesanti, e per conseguenza, di trasporto e montaggio eccessivamente gravoso e difficile, soprattutto in regioni montane; la lagnanza è giustificata, perchè un isolatore per 70000 volts d'esercizio pesa circa 24 Kg. e circa 14,00 Kg. pesa il supporto relativo. Per 80.000 volts il peso dell'isolatore giunge a 30 Kg. ed il supporto a 17 Kg.

D'altra parte però, i tipi d'isolatori più leggeri, cioè a spessori sottili (sempre rimanendo nel genere rigido, a supporto inferiore) hanno dato cattivi risultati.

Altro difetto grave, che hanno gli isolatori a blocco rigido, di un solo pezzo, oppure formati da due o più campane inflatate e ce-

mentate concentricamente una sull'altra, è che la distribuzione del potenziale, tanto attraverso all'isolante, quanto alla superficie dell'isolatore, è assai cattiva. Analizziamo un po' la questione.

Consideriamo dapprima il gradiente del potenziale, attraverso la porcellana; in un isolatore di un solo pezzo.

Se supponiamo di sezionare orizzontalmente un'isolatore del tipo indicato nella fig. N. 1, in corrispondenza della gola ove è legato il conduttore, cioè secondo ($S-S'$), la sezione ci presenterà un cerchio A , di raggio r , conduttore, che rappresenta la sezione del ferro o supporto; attorno e concentrico ad esso un anello circolare B di raggi r ed R risultante dalla sezione dell'isolante (porcellana), e all'esterno un anello C conduttore, di raggio inter-

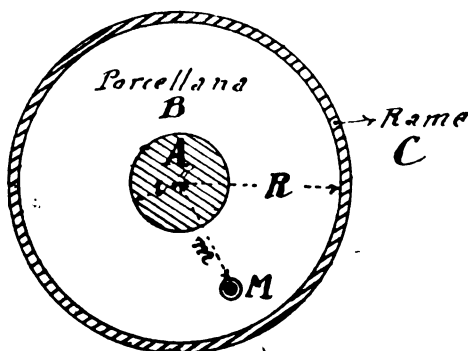


Fig. 3.

no R dato dalla sezione del collare di rame che serve a fermare il conduttore ad alta tensione.

Questa sezione non è dunque altro che quella di un condensatore cilindrico ad armature concentriche.

Essendo l'armatura A a terra, chiamando V il potenziale rispetto alla terra della armatura esterna C , ed M un punto qualunque situato nell'interno dell'isolante, ad una distanza m dal centro O , e rammentando note formole riguardanti i condensatori ad armature concentriche, possiamo scrivere che il potenziale nel punto M è:

$$v = V \frac{\log. \frac{m}{r}}{\log. \frac{R}{r}}$$

Derivando rispetto alla variabile m si avrà il rapporto tra la variazione del potenziale e la variazione del raggio, cioè il gradiente del potenziale nel punto M , che sarà:

$$(1) \quad G_m = \frac{d v}{d m} = \frac{0.434 \cdot V}{m \cdot \log. \frac{R}{r}}.$$

Mettendo nella (1) $m = r$ si ha il gradiente negli strati a immediato contatto col perno centrale:

$$(2) \quad G_r = \frac{0.434 \cdot V}{r \cdot \log. \frac{R}{r}}.$$

Mettendo nella (1) $m = R$ si ha il gradiente negli strati a immediato contatto col collare esterno:

$$(3) \quad G_R = \frac{0.434 \cdot V}{R \log. \frac{R}{r}}.$$

Da queste formole risulta che il gradiente e quindi la sollecitazione del materiale isolante, decresce rapidamente dagli strati centrali a quelli esterni.

Per un dato raggio R del collare, la condizione perchè la sollecitazione della porcellana sia minima, è che sia massimo il denominatore della (2) cioè:

$$D = r \cdot \log. \frac{R}{r} = \text{massimo},$$

nella quale (nel caso considerato di R costante) la sola variabile è r .

Perchè D sia massimo bisogna che:

$$\frac{d \cdot D}{d \cdot r} = 0$$

vale a dire:

$$\log. \frac{R}{r} - \log. e = 0$$

$$(4) \quad \frac{R}{r} = e = 2,71.$$

Dalla (4) dato il diametro del collare si ricava quello del pernotto interno, e quindi lo spessore della porcellana, tali che l'isolante lavori nelle condizioni più favorevoli.

La (2) ci dice anche, che (sempre mantenendo il rapporto $\frac{R}{r} = 2,71$) gli isolatori aventi spina interna grossa, lavorano in condizioni migliori di quelli aventi pernotto di piccolo diametro.

Di solito, per necessità costruttive, e per ragioni di resistenza meccanica, agli isolatori del tipo di cui si è trattato sin'ora, non

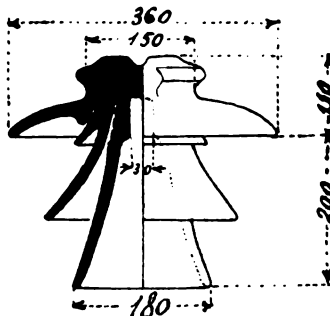


Fig. 4.

viene assegnato lo spessore più conveniente. Vediamo un esempio: L'isolatore disegnato nella figura N. 4 (il quale viene venduto per una tensione di 60.000 volts d'esercizio) è formato da 3 campane saldate tra loro a fuoco mediante vernice da porcellana, e può quindi considerarsi come di un solo pezzo. Esso ha un foro per il supporto di 15 millimetri di raggio, ed un collare di 75 mm. di raggio.

Lo spessore della porcellana è quindi di 60 mm. La tensione a cui l'isolatore è destinato essendo di 60.000 volts tra due fasi, tra collare e spinotto vi sarà una differenza di potenziale di $\frac{60000}{\sqrt{3}} = 35000$ volts in cifra tonda.

Applicando la formula (2) si ricava che la sollecitazione della porcellana presso il pernotto centrale è:

$$G_r = \frac{0.434 \cdot 35000}{15 \cdot \log \frac{75}{15}} = 1450 \text{ volts per millimetro di spessore}$$

mentre dalla (3) si ha che la sollecitazione dello strato a immediato contatto del collare è soltanto

$$G_R = \frac{0.434 \cdot 35000}{75 \cdot \log. \frac{75}{15}} = 289 \text{ volts per millimetro di spessore.}$$

Se mantenendo costante il raggio del collare si tenesse il perno

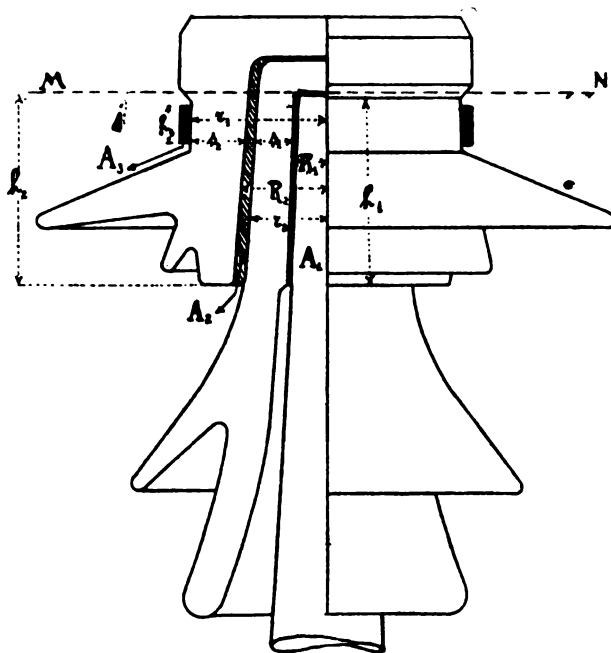


Fig. 5.

centrale di mm. $\frac{75}{2.71} = 29$ mm. di raggio, lo spessore dell'isolante sarebbe ridotto a 46 mm., ma la porcellana lavorerebbe in condizioni migliori.

Infatti si avrebbe, negli strati presso lo spinotto:

$$G_r = \frac{0.434 \cdot 35000}{29 \cdot \log. \frac{75}{29}} = 1280 \text{ volts per millimetro}$$

e negli strati presso il collare:

$$G_R = \frac{0.434 \cdot 35000}{75 \cdot \log. \frac{75}{29}} = 494 \text{ volts per millimetro.}$$

Vediamo ora come si comporta un'isolatore a più campane, cementate una sull'altra con cemento che possa, per le alte tensioni, considerarsi come conduttore. Consideriamo per esempio il tipo indicato dalla figura 5, che rappresenta l'isolatore montato sopra una importantissima linea a 50.000 Volts, nel Piemonte, e che però fu studiato e disegnato per tensione di 60.000 volts d'esercizio.

Tale isolatore può considerarsi come l'insieme di 2 condensatori cilindrici concentrici, dei quali *il primo* ha per armatura interna il pernotto metallico A_1 per coibente lo spessore s_1 di porcellana, e per armatura esterna lo strato A_2 di cemento conduttore; il secondo ha per armatura interna lo strato A_2 di cemento, per coibente lo spessore s_2 di porcellana, e per armatura esterna il collare A_3 di metallo al quale è fissato il conduttore ad alto potenziale.

Se chiamiamo con: h = l'altezza di un armatura

r = il raggio interno di una armatura

R = il raggio esterno di una armatura

G = la sollecitazione massima a cui è sottoposto il dielettrico;

e indichiamo cogli stessi indici numerici delle armature A_1, A_2, A_3 i corrispondenti raggi ed altezze, potremo scrivere, mettendo le misure desunte effettivamente da un campione di tali isolatori, che:

$$h_1 = 9,6 \text{ cm.}$$

$$h_2 = 10,6 \text{ "}$$

$$h_3 = 2 \text{ "}$$

$$R_1 = 2 \text{ "}$$

$$r_2 = 4 \text{ "}$$

$$R_2 = 4,6 \text{ "}$$

$$r_3 = 7,2 \text{ "}$$

Ricordando formole conosciute, potremo da dette misure ricavare le capacità di ciascuno dei due condensatori, e saranno:

Pel Condensatore interno:

$$C_1 = \frac{\varepsilon \cdot h_2}{K \cdot \log. \frac{r_2}{R_1}}$$

dove ε = costante dielettrica della porcellana, che si può ritenere = 4,38, K = coefficiente costante.

Sostituendo i valori numerici:

$$C_1 = \frac{4,38 \cdot 10,6}{K \cdot \log. \frac{4}{2}} = \frac{154,8}{K}$$

Pel Condensatore esterno si avrà:

$$C_2 = \frac{\varepsilon \cdot h_3}{K \cdot \log. \frac{r_3}{R_2}} = \frac{4,38 \cdot 2}{K \cdot \log. \frac{7,2}{4,6}} = \frac{45}{K}$$

Ora che conosciamo le capacità dei due condensatori, rammentando che la tensione si suddivide tra essi in ragione inversa delle capacità stesse, e supponendo che l'isolatore sia assoggettato ad una differenza di potenziale di 35.000 volt, per metterlo nelle stesse condizioni dell'isolatore in un sol pezzo (fig. N. 4) considerato precedentemente, tali 35.000 volt verranno ripartiti tra i due condensatori nel rapporto:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{C_2}{C_1} = \frac{45}{154,8}$$

e siccome

$$v_1 + v_2 = V = 35.000 \text{ volt,}$$

risolvendo l'elementare sistema d'equazione si ricava:

$$v_1 = 7880 \text{ volt}$$

$$v_2 = 27120 \text{ volt}$$

Di modo che, dei due spessori di porcellana, quello esterno s_2 è soggetto ad una differenza di potenziale tre volte e mezzo più grande che lo spessore interno s_1 .

La sollecitazione massima della porcellana, si avrà negli strati dello spessore s_2 a immediato contatto della superficie esterna dell'armatura A_2 e sarà (vedi formula (2))

$$G_2 = 0.434 \frac{27120}{R_2 \cdot \log. \frac{r_3}{R_2}} = 0.434 \cdot \frac{27120}{46 \log. \frac{72}{46}} = 1315 \text{ volts per 1 m/m.}$$

Praticamente quando si tratti di tensioni molto elevate, la ionizzazione dell'aria presso il filo di legatura del collo (se tale filo è sottile) modifica le condizioni teoriche sopra descritte, dando all'armatura A_1 un'altezza (costituita da aria resa conduttrice per ionizzazione) maggiore di quella effettivamente misurata. Per la limitata altezza dell'armatura esterna A_3 , anche l'effetto degli orli interviene a rendere non rigorosa l'applicazione delle formole usate, che suppongono uniforme la densità elettrica sulla superficie dell'armature. Si può però ritenere che ad onta di ciò i calcoli sopra esposti abbiano approssimazione sufficiente, per lo scopo a cui mirano, e rimane dimostrato che lo spessore della campana esterna o superiore, è soggetto a sollecitazione molto più grande che non lo strato di porcellana della campana interna.

Si osserva infatti che la rottura della parte interna o inferiore degli isolatori è dovuta quasi sempre a cause meccaniche, mentre quella della parte esterna o superiore avviene spesso per fulminazione elettrica.

Per quanto riguarda la distribuzione della caduta di potenziale sulla superficie esterna dell'isolatore, rinunciando affatto a fare uno studio analitico che sarebbe quasi impossibile, tentai in diversi modi, ma senza risultati attendibili, di fare uno studio sperimentale.

L'unica asserzione che si può fare in proposito, è che anche il gradiente superficiale della tensione è tutt'altro che uniforme.

Esso è massimo in vicinanza del collare dell'isolatore, e nella cavità interna della campana che contiene il supporto o pernotto di ferro, e ciò è provato dal fatto che in tali due punti, mano mano che si aumenta la differenza di potenziale tra collare e supporto, si manifestano effluvi e luminosità quando ancora tutte le altre parti dell'isolatore non presentano alcun fenomeno.

Per eliminare gl'inconvenienti sopra esposti si pensò già da tempo di mettere parecchi isolatori in serie, formandone una catena alla cui estremità inferiore fosse sospeso il conduttore elettrico, e furono così costruite diverse linee americane, con isolatori del tipo a dischi incatenati, rappresentati dalla fig. N. 6.

Anche questo tipo di isolatore, non diede però risultati soddisfacenti; i difetti in esso osservati sono:

1. — Cattiva distribuzione del potenziale alla superficie, avendosi presso i punti d'entrata delle corde metalliche adoperate pei collegamenti, un gradiente molto più elevato che negli altri punti



Fig. 6.

della superficie; per constatare ciò ad occhio, senza bisogno di misure, basta sottoporre a differenza di potenziale elevata gli estremi di una catena d'isolatori del tipo sopra descritto, sperimentando in ambiente buio: si vedono tutti i fori di passaggio delle corde di collegamento, e le vicinanze di essi, divenire luminosi, dando luogo ad effluvi e scintille crepitanti (vedi fig. 9).

2. — Facilità grande con cui questi isolatori vengono bagnati completamente dalla pioggia con grandissimo detrimento della loro resistenza all'arco superficiale.

3. — Rapidità di usura, e conseguente rottura delle legature metalliche colleganti i singoli elementi, dovuta al continuo attrito di scorrimento tra porcellana e metallo, provocato dalle oscillazioni

e vibrazioni della linea. Anche la produzione di ozono e di vapori nitrici, che si ha nei fori di legamento, ove la densità elettrica è assai grande, coadiuva alla distruzione delle legature metalliche ossidandole.

Si pensò allora di costruire bensì isolatori con elementi in serie, ma invece d'incatenare tra loro i singoli pezzi mediante anelli o corde metalliche, si fissarono con cemento gl'elementi stessi con la parte superiore entro campane o cappellotti metallici *C* fig. 7, e nella parte inferiore di ciascuno si assicurò con mastice un perno di ferro *F* munito di bullone o gancio destinato ad incatenarsi al cappellotto dell'isolatore sottostante. Venne così alla luce il moderno isolatore del tipo indicato nella fig. N. 7.

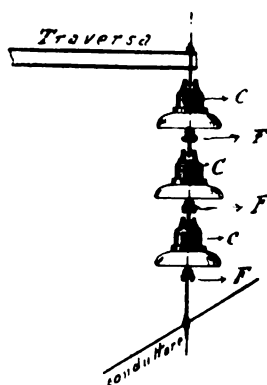


Fig. 7.

Gli isolatori di questo modello elettricamente danno ottimi risultati, molto superiori a quanto si riterrebbe dall'esame delle loro dimensioni. La prima volta che sperimentai con una catena di 3 elementi, restai veramente stupito dalla grandezza straordinaria della differenza di potenziale che potei stabilire tra i due estremi della catena, sotto una pioggia fortissima inclinata a 45° colla verticale, senza che apparissero effluvi o luminosità di sorta, e senza che l'orecchio percepisse quel friggio caratteristico che indica le perdite superficiali.

L'arco superficiale avvenne ad una tensione molto superiore a quella ch'io avea prevista, in base alle dimensioni dei tre isolatori, e soltanto a poche migliaia di volt al di sotto della tensione che innescò l'arco, si cominciarono a vedere i primi effluvi luminosi sulla superficie della porcellana.

Per citare cifre dirò che il diametro di ciascuna delle 3 campane di porcellana costituenti la catena, era di mm. 310 e l'altezza (esclusa la parte cementata entro il cappellotto di ghisa) di millimetri 65.

L'isolatore formato di 3 elementi, asciutti, venne sottoposto a differenza di potenziale 220 000 volt tra le 2 estremità senza che si avessero scariche. I soli fili di adduzione della corrente erano vi-

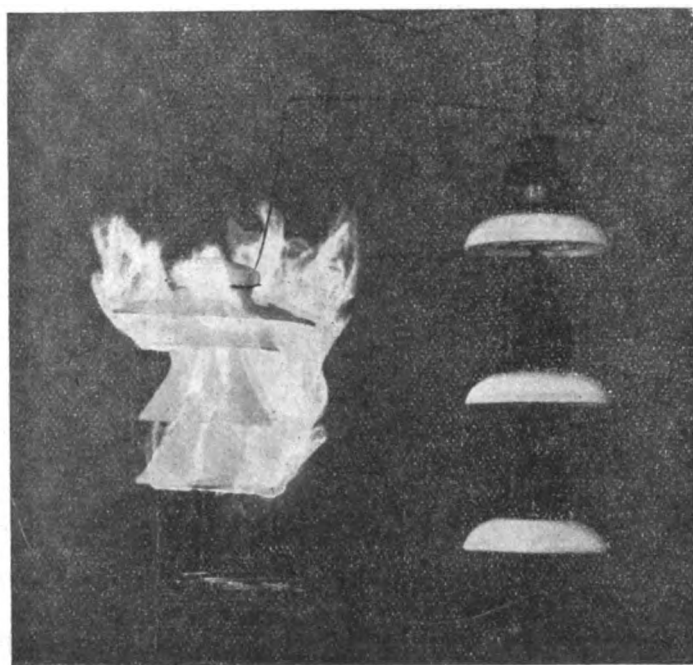


Fig. 8.

Fotografia eseguita sotto tensione di 128000 volt.

vamente luminosi. La prova non poté essere spinta maggiormente non permettendolo l'isolamento del trasformatore.

La stessa catena di 3 elementi, sotto pioggia di 500 mm. all'ora inclinata a 45° colla verticale, cominciò a dare le prime scariche azzurre sotto una tensione di 147.000 volts, e si ebbe l'arco a 160.000 volts.

Meravigliato da tali risultati, misi in parallelo colla sopra descritta catena, un'isolatore del Modello Paderno costruito per linee a 90.000 volt d'esercizio, avente 420 mm. di diametro massimo e 450 mm. di altezza.

La prova dei due isolatori messi in parallelo confermò pienamente la prima esperienza.

Sotto la pioggia inclinata a 45° , l'isolatore del tipo Paderno cominciò a dare affluvi e scintilline a 83.000 volts, e diede arco superficiale a 127 000 volts, quando cioè il tipo a condensatori in serie non presentava ancora nessun fenomeno luminoso nè acustico.

La fotografia riprodotta nella figura N. 8 illustra tale esperienza.

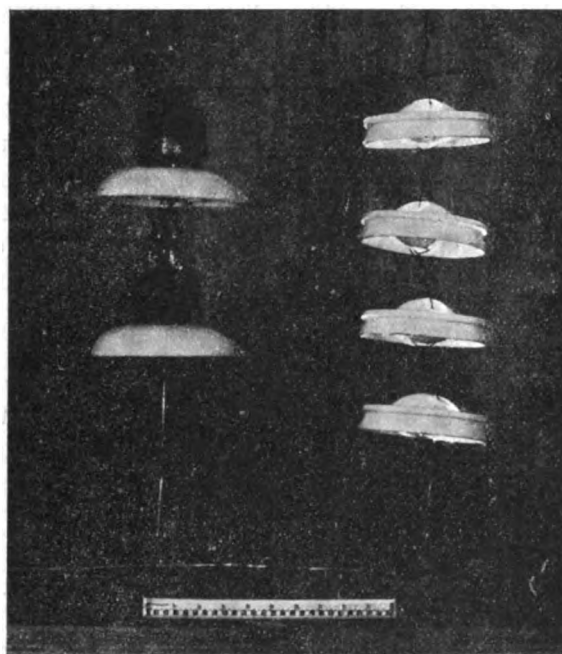


Fig. 9.

Qualche tempo dopo, a Bologna, ebbi occasione d'assistere in compagnia di sei noti e distinti ingegneri elettricisti, ad una serie di esperienze analoghe a quelle sopra citate, eseguite dall'egregio ingegnere Aldo Righi, nella splendida sala di prove delle Ferrovie dello Stato.

I trasformatori usati erano due monofasi Brown Boveri, di 120 Kw. che messi in serie davano tensione elevabile sino a 240 000 volts.

I risultati di quelle esperienze, furono per gl'isolatori a con-

densatori in serie, anche più brillanti di quelli da me ottenuti precedentemente.

La fotografia N. 9 illustra una prova di confronto tra una serie di 2 isolatori a cappellotto metallico, ed una di 4 isolatori del tipo a dischi in catena.

I due gruppi furono messi in parallelo, e sotto di essi venne posta un'asta orizzontale divisa in centimetri, per dare un'idea delle dimensioni.

La fotografia venne eseguita mentre gl'isolatori erano sotto pioggia inclinata a 45° e la differenza di potenziale tra le estremità era di 90 000 volts. Come si vede i quattro elementi a disco davano già forti scintille e scariche sotto tale tensione.

Cerchiamo ora di spiegarci la ragione di questo ottimo comportamento degli isolatori in serie, aventi cappellotto metallico.

Una catena di tali isolatori forma evidentemente una cascata di condensatori in serie. Essendo i diversi elementi identici, e l'armatura esterna avvolgendo quasi completamente quella interna, le capacità di ciascuno di questi condensatori anche quando essi sono riuniti in cascata, possono ritenersi eguali fra loro, e la capacità dell'insieme di n elementi, è eguale a $\left(\frac{1}{n}\right)^{mo}$ della capacità di un solo elemento. La differenza di potenziale V applicata agli estremi della serie, si dividerà (date le eguali capacità dei singoli elementi) in n parti eguali, quindi tra il cappellotto superiore c ed il gambo inferiore F (vedi fig. 7) di ciascun elemento, avremo una differenza di potenziale eguale a $\frac{V}{n}$.

Gli isolatori in serie, servono dunque a stabilire, nella differenza di potenziale tra il conduttore e la terra, un primo frazionamento uniforme, tale che la porcellana di un elemento qualunque, si trova nelle identiche condizioni di lavoro, di quella di tutti gli altri elementi; cosa che non avviene affatto nei soliti isolatori rigidi a supporto inferiore, nei quali, come già abbiamo veduto, la porcellana viene assoggettata ad un lavoro molto diverso da uno strato all'altro.

Anche per quanto riguarda la distribuzione del potenziale sulla superficie, la suddivisione del salto totale, in n salti successivi eguali fatta dagli n condensatori è utilissima, e ciò è dimostrato dalla piccola differenza che corre tra la tensione d'arco superficiale e quella necessaria a produrre i primi effluvi.

A questa proprietà, di frazionare in modo uniforme la caduta di potenziale, si deve l'ottimo comportamento degli isolatori di questo tipo.

Riprendendo le formule (1) (2) e (3) accennate più indietro, facciamo un confronto analitico fra un isolatore rigido a supporto unico inferiore (Fig. 4 e 5) ed uno ad elementi multipli in serie:

Supponiamo di dividere i 60 mm. di spessore di porcellana, che nell'esempio precedente (Fig. 4) erano riuniti attorno all'unico per-

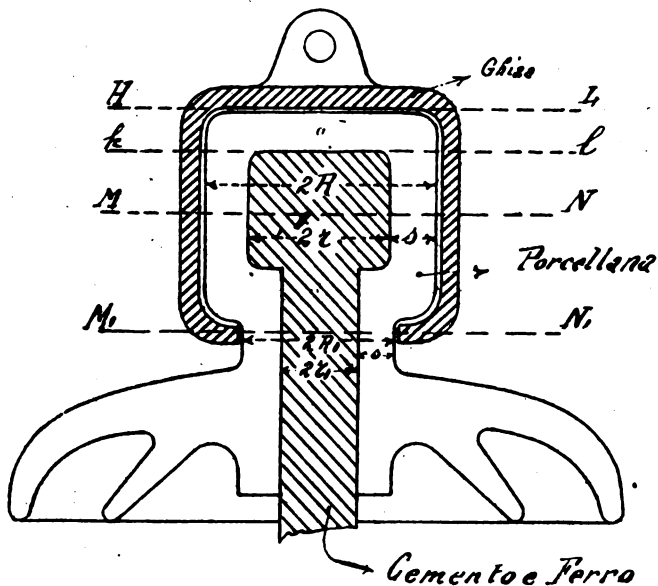


Fig. 10.

notto di ferro, sopra tre elementi in serie del tipo indicato dalla figura 7. Ciascun elemento avrà dunque uno spessore di porcellana

$$s = m/m \frac{60}{3} = 20 \text{ millimetri.}$$

La parte pianeggiante superiore (vedi fig. 10) di ciascun elemento può considerarsi come un *condensatore piano circolare*, di cui la superficie interna HL del cappellotto, è un'armatura, la superficie hl superiore del blocco di cemento che riempie l'isolatore, è la seconda armatura, e il disco a di porcellana, interposta forma il coibente. In tali condensatori sappiamo che il gradiente è costante, e non avremo quindi in tal posto, la sezione pericolosa.

La sezione orizzontale al disotto della hl in qualunque altro punto del cappellotto metallico, assume sempre la forma indicata dalla fig. 3, saranno quindi applicabili le formole già vedute, (1) (2) e (3).

I tre condensatori in serie, essendo identici e di tipo quasi chiuso, avranno capacità eguali, e quindi tra le armature di ciascuno, avremo una differenza di potenziale di $\frac{35000}{3} = 11670$ volts, nell'ipotesi già fatta anche precedentemente pel calcolo dei due isolatori a permotto inferiore rigido, che la tensione contro terra, (sopportata in questo caso dalla catena di 3 isolatori) sia di 35000 volts, cioè 60000 volts la differenza di potenziale tra fase e fase.

Consideriamo la sezione $M-N$ (fig. 10) ed assumiamo pei raggi, i valori effettivi che essi avevano negli isolatori che servirono alle mie esperienze, cioè:

Raggio dell'armatura esterna	$R = 60$ mm.
Raggio dell'armatura interna	$r = 40$ mm.
Spessore della porcellana	$s = 20$ mm.

avremo dunque:

$$\text{dalla (2)} \quad G_r = \frac{0,434 \times 11670}{40 \cdot \log. \frac{60}{40}} = 720 \text{ volt per millimetro}$$

$$\text{dalla (3)} \quad G_R = \frac{0,434 \times 11670}{60 \cdot \log. \frac{60}{40}} = 480 \text{ volt per millimetro.}$$

Se invece consideriamo la sezione secondo $M_1 N_1$ (vedi fig. 10), cioè nella strozzatura della porcellana, si ha nell'isolatore che servì alle prove:

Raggio dell'armatura esterna	$R_1 = 37$ mm.
Raggio dell'armatura interna	$r_1 = 17$ mm.
Spessore della porcellana	$s = 20$ mm.

quindi il gradiente del potenziale sarà:

negli strati interni

$$G_{T_1} = \frac{0,434 \times 11670}{17 \times \log. \frac{37}{17}} = 880 \text{ volt per millimetro di spessore}$$

negli strati esterni

$$G_{R_1} = \frac{0,434 \times 11670}{37 \times \log. \frac{37}{17}} = 405 \text{ volt per millimetro di spessore.}$$

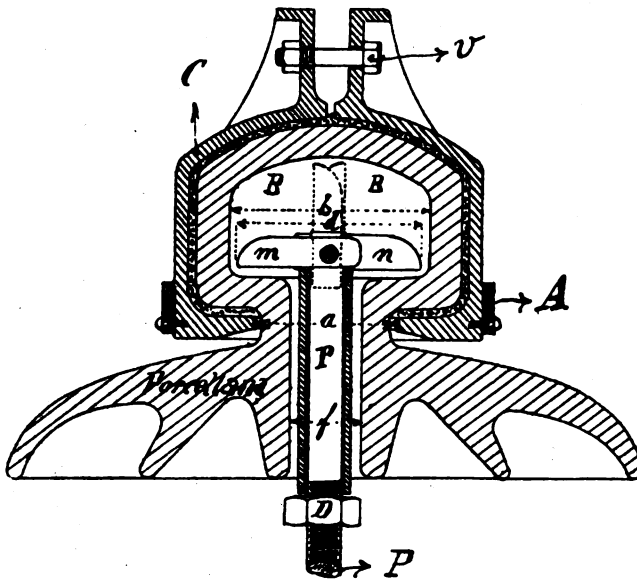


Fig. 11.

La sezione pericolosa trovasi dunque nella strozzatura dell'isolatore, com'era prevedibile.

Le sollecitazioni massime della porcellana nei tre tipi messi a confronto, sono dunque:

Per l'isolatore rigido in un sol pezzo (fig. 4) $G_r = 1450$ volt per mm.
 " " " in due pezzi (fig. 5) $G_r = 1315$ " " "
 " " ad elementi in serie $G_r = 880$ " " "

Si vede quindi che a parità di spessore complessivo di porcellana, la sollecitazione è almeno del 50 % più elevata nei vecchi tipi d'isolatori che nei nuovi modelli a condensatori in cascata.

L'unico, ma grave appunto che si faceva sinora ai tipi d'isolatori ad elementi in serie, con cappellotti di ghisa, era la mancanza di concatenamento metallico tra i diversi elementi.

Tutti i costruttori di linee non osavano, a ragione, adottare un sistema col quale vi era il pericolo, in caso di cattiva cementazione di un isolatore o di rottura della porcellana che lo costituiva, che il conduttore cadesse sul terreno, o per lo meno si abbassasse a poca distanza da esso, con somma probabilità di provocare infortuni.

Nel tipo disegnato nella fig. 11 e recentemente brevettato dalla Società Ceramica Richard Ginori, tale difetto è stato completamente abolito.

Come si vede dalla figura, il cappellotto metallico che contiene la parte superiore dell'isolatore, è diviso secondo un piano meridiano in due metà, tenute assieme da un anello A , e da un bullone v , e stringe nella sua parte più bassa l'isolatore stesso entro una gola profonda; i diversi pezzi sono costruiti in modo che il diametro a dell'apertura inferiore del cappellotto, sia inferiore al diametro b della cavità interna B della porcellana racchiusa entro il cappellotto.

Nella cavità B viene introdotta una spina di ferro o di rame P , munita di due alette m ed n girevoli attorno ad un pernio orizzontale, e congegnate in modo, che introdotte entro il foro di diametro f della porcellana, nella posizione verticale punteggiata in figura, e premute poi contro il fondo della cavità B si divaricano assumendo la posizione orizzontale disegnate in figura con tratti interi, ed in tale posizione, la distanza d tra le due estremità delle alette è di pochissimo inferiore a b , ed è sempre superiore ad a .

Le due alette sono poi mantenute così orizzontali, mediante una disposizione meccanica qualsiasi, che nel nostro caso consiste in un tubo infilato esternamente all'asta che porta le alette medesime e fissato per mezzo di un dado D che potrebbe anche essere sostituito da una coppiglia.

Per poi distribuire meglio gli sforzi e irrigidire ancor più la posizione orizzontale delle alette, si riempie tutta la cavità B con mastice o cemento tenace.

Si vede senza bisogno di dimostrazione, che se anche tutta la porcellana andasse distrutta, il pernotto P rimarrebbe sempre incatenato entro la cavità del cappellotto C , non potendo le alette m ed n divaricate passare per l'apertura inferiore di diametro a ; il conduttore non potrebbe quindi in nessun caso cadere a terra.

Bisogna inoltre tener presente che la catena d'isolatori viene

formata di almeno tre elementi, due soli dei quali sono sufficienti a resistere alla tensione di linea anche in caso di pioggia. Si ha

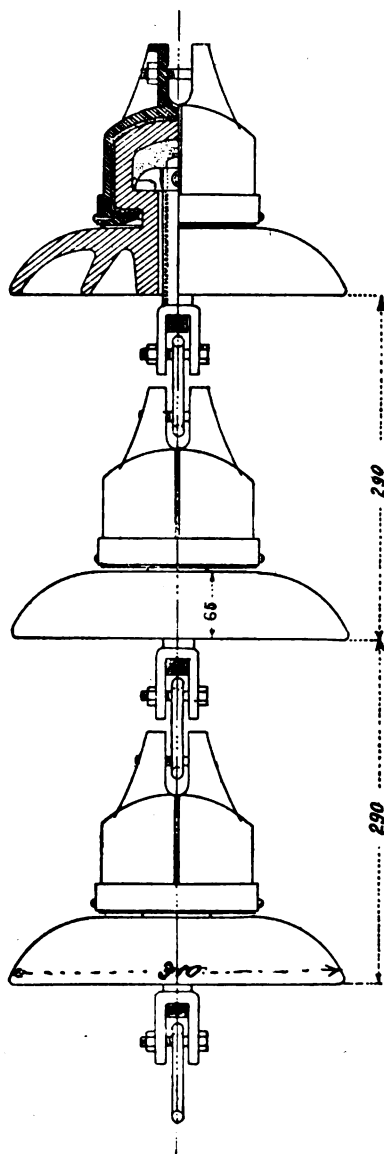


Fig. 12.

dunque in via normale un coefficiente di sicurezza superiore a $1,5 \times 1,73 = 2,6$ ed anche in caso di rottura di uno degli isolatori.

si può attendere con tutta calma, senza interrompere il servizio, che giunga il giorno opportuno per poter eseguire il ricambio.

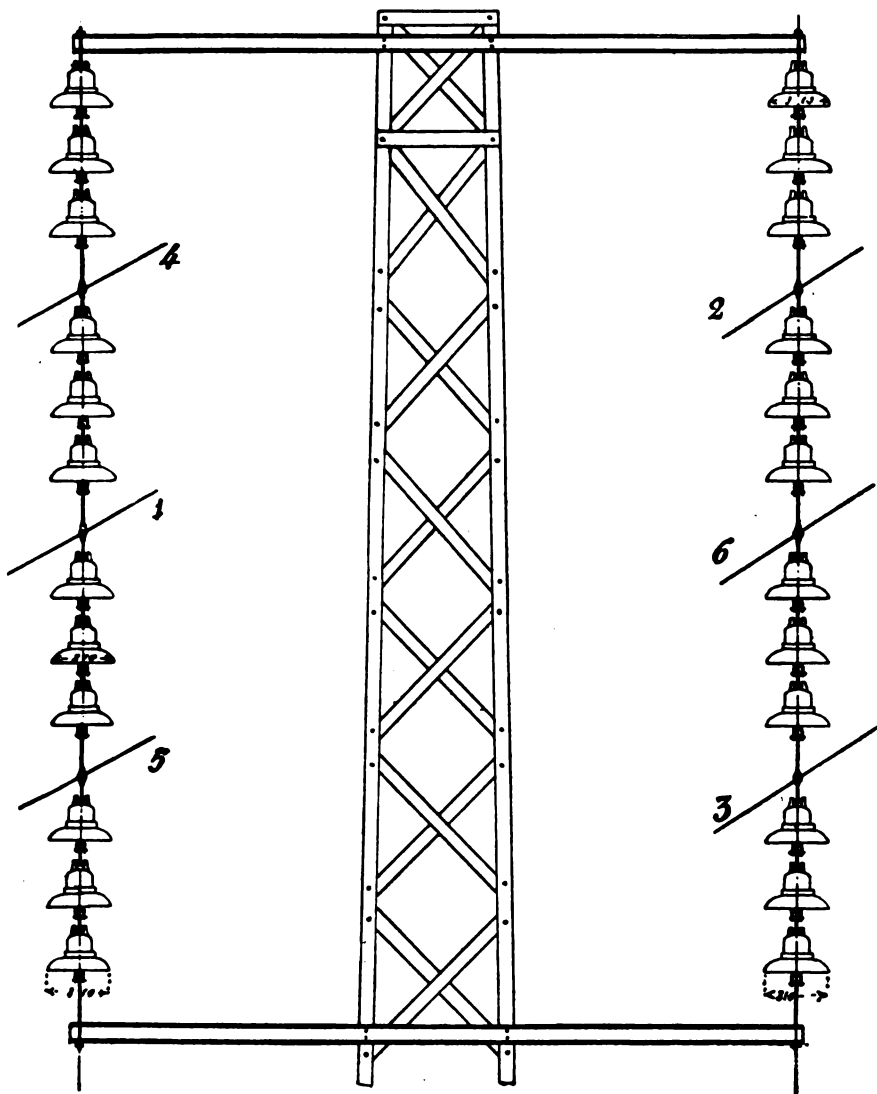


Fig. 13.

SCALA 1 : 30

Testa di palo per linea a 100.000.

I tre elementi di 310 mm. di diametro, disegnati nella fig. 12, sono sufficienti a realizzare le condizioni sopra espote, per una linea funzionante a 100000 volts.

Meccanicamente, tale catena fu assoggettata ad uno sforzo di trazione di 3000 Kg. senza essere rotta. La grande resistenza meccanica si spiega osservando che la porcellana è messa in condizioni di lavorare soltanto alla compressione, e che con tal genere di sforzo il suo carico di rottura è di 27 Kg. per mm. quadrato, mentre alla trazione ed al taglio il carico di rottura è di soli Kg. 0,65 per mm. quadrato.

Se si montasse la linea semplicemente sospesa al disotto di una catena d'isolatori (come del resto è stato fatto in parecchi e notevoli impianti americani, senza inconvenienti del genere di quelli di cui stiamo per occuparci), potrebbe sorgere il timore che un vento molto potente possa imprimere al conduttore movimenti ondulatori tali da avvicinare il filo in modo pericoloso al palo di sostegno. Inoltre, nei pali d'angolo la catena d'isolatori assumerebbe evidentemente una posizione inclinata.

Tali inconvenienti non sono possibili, se, invece di essere semplicemente sospesi, i conduttori vengono ancorati anche inferiormente, interponendo tra i fili della linea disposti verticalmente uno sull'altro, un opportuno numero d'isolatori in serie, in modo che la catena complessiva sia fermata solidamente a due traverse situate una superiormente ed una inferiormente ad essa.

Mettendosi sopra un solo palo due terne di conduttori, due sole traverse prolungate dalle due parti del palo bastano ad armare tutti i sei fili come si vede dalla fig. 13.

In questo caso distanziando opportunamente i fili le due terne possono essere disposte a triangolo equilatero, costituendo i fili 1-2-3 la prima terna, ed i fili 4-5-6 la seconda.

Per facilitare il montaggio e per fermare facilmente e solidamente i conduttori alle catene d'isolatori, serve bene il morsetto automatico disegnato nella fig. 14 ed esso pure coperto da brevetto per conto della Ditta Richard-Ginori. Tale morsetto consta di un pezzo tronco-conico da ambo le parti, forato secondo l'asse, e segato poi secondo un piano meridiano in due parti *A* e *B*, detto doppio tronco di cono segato assialmente, viene introdotto entro i fori conici di due bandelle di ghisa *C* e *D* che sono unite tra di loro da due bulloni *E* ed *F* i quali sono anche destinati ad essere infilati rispettivamente entro la maglia inferiore *M* dell'isolatore soprastante al filo che si considera, e quella superiore *N* dell'isolatore sottostante.

Durante la messa in opera del conduttore le due parti tronco-coniche vengono tolte, ed il filo scorre entro i fori delle bandelle *C*

e *D*; quando il filo è sufficientemente teso, si mettono in posto le due ganasce *A* e *B* e si stringono i bulloni *E* ed *F*.

I due pezzi *A* e *B* serrati dalla conicità propria e dei fori delle bandelle, stringono fortemente il filo, e da questo momento, qualsiasi sforzo longitudinale del filo, in qualunque delle due direzioni, non fa che strozzare maggiormente le due ganasce *A* e *B* dentro i fori delle bandelle, ed impedisce quindi con maggior forza qualunque scorrimento del conduttore.

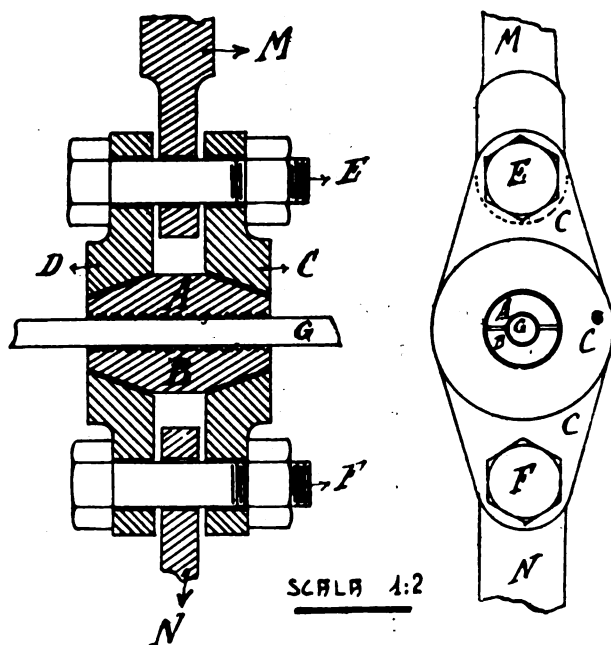


Fig. 14.

Dall'esame analitico che abbiamo fatto, risulterebbe la convenienza dal punto di vista elettrico, di aumentare il più possibile il numero degli elementi in serie, diminuendo in proporzione il diametro delle campane di porcellana. A tale aumento si oppone però la convenienza economica, perchè il prezzo della parte metallica per ogni elemento è circa costante, comunque si vari il diametro della campana di porcellana.

Vediamo qual'è il numero di elementi più conveniente, data la tensione *V* alla quale si vuole che la catena possa resistere in prova sotto la pioggia.

Premesse:

1.° Possiamo ammettere che data la forma inferiormente piana, e superiormente tutta bagnabile degli isolatori del tipo a condensatore (fig. 12) la resistenza elettrica sotto pioggia sarà data dalla somma delle distanze d , attraverso l'aria, tra gli orli o di ciascuna campana, ed il rispettivo perno di ferro f (fig. 15).

Essendo quindi n il numero di elementi, la tensione V che darà

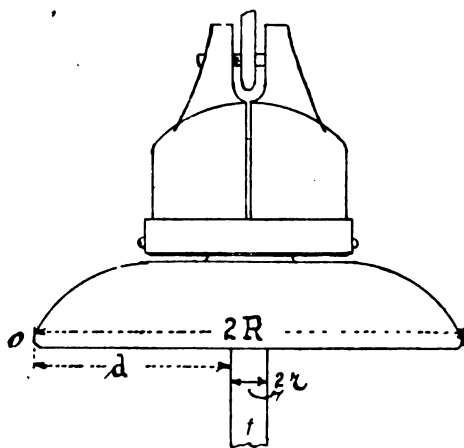


Fig. 15.

la scarica sotto pioggia, sarà quella corrispondente ad una distanza esplosiva attraverso l'aria umida eguale ad $n \times d$.

Potremo dunque scrivere: $V = n d \delta$ ed essendo $d = R - r$

$$\frac{V}{n} = (R - r) \times \delta$$

$$(5) \quad R = \frac{V}{\delta \times n} + r$$

nella quale (vedi fig. 15)

R = raggio massimo dell'isolatore in cm.

r = raggio del ferro inferiore in cm.

δ = rapporto tra la tensione (in Kilovolt) a cui deve scaricare l'isolatore completo sotto pioggia, e la corrispondente distanza

esplosiva nell'aria umida (in cm.), ricavata da esperienze, o da diagrammi già pubblicati da noti sperimentatori.

2.° Possiamo anche ammettere che nel tipo d'isolatori in questione, l'altezza della porcellana d'ogni elemento sia costante, eguale cioè all'altezza del cappellotto metallico (che conviene scegliere di tipo unico) più un'altezza di campana, consigliata dalla pratica, tale da impedire che la pioggia, di rimbalzo o soffiata dal vento, possa entrare sino al fondo delle gole e bagnarle.

Ammessa costante l'altezza, il volume, e quindi il costo della parte di porcellana sarà proporzionale al quadrato del diametro (o del raggio, che fa lo stesso) e potremo scrivere che il prezzo della porcellana, di un solo elemento, è:

$$(6) \quad P = K \times R^2$$

dove K è un coefficiente che si può ritenere = 0,027 quando P sia espresso in lire ed R in centimetri.

Chiamando ora con p il costo in lire della parte metallica di un elemento, il costo complessivo di un isolatore composto di n elementi sarà:

$$(7) \quad C = n(p + P) = np + nP$$

Sostituendo nella (6) il valore di R ricavato dalla (5) e sostituendo poi nella (7) il valore di P in funzione di V , e di n avuto dalla (6) si ha:

$$C = np + \frac{K V^2}{\delta^2 \times n} + K \times r^2 \times n + \frac{2 \times r \times V \times K}{\delta}$$

Questa funzione è suscettibile di un minimo.

Derivando rispetto all'unica variabile n ed eguagliando a zero la derivata, avremo il valore di n perchè il prezzo C sia minimo:

$$\frac{dC}{dn} = p - \frac{K \times V^2}{\delta^2 \times n^2} + K \times r^2 = 0.$$

$$(8) \quad n = \frac{V}{\delta} \sqrt{\frac{K}{K \times r^2 + p}}$$

Se per fare un'esempio numerico mettiamo:

$$V = 150 \text{ Kilovolt}$$

$$\delta = \frac{150}{38,5} = 3,9 \quad \text{(da diagrammi di noti sperimentatori si ricava che la distanza esplosiva in aria umida a 150000 volt è di 385 mm.)}$$

$$K = 0,027$$

$$r = 1,5 \text{ cm.}$$

$$p = 4,30 \text{ lire}$$

si ha:

$$n = \frac{150}{3,9} \sqrt{\frac{0,027}{0,027 \times 2,25 + 4,30}} = 3,03$$

in numeri interi $n = 3$ è il numero di elementi economicamente più vantaggioso nel caso supposto.

Sostituendo tale valore $n = 3$ nella (5), si ha:

$$R = \frac{150}{3,9 \times 3} + 1,5 = 14,3$$

che è il raggio occorrente perchè la serie di 3 elementi sotto pioggia inclinata, non permetta arco superficiale con una tensione minore di 150000 volts.

In pratica conviene sempre aumentare l' R trovato di circa 1 cm. per tener conto dell'arrotondamento degli orli.

Non è inopportuno osservare che nel nostro calcolo si è tenuto conto esclusivamente delle variazioni di prezzo subite dall'isolatore, mentre aumentando il numero degli elementi, anche l'altezza del palo dev'essere alquanto accresciuta.

Ecco perchè il valore di n trovato dal calcolo, è bene sia sempre arrotondato (cioè portato a cifra intera) verso il basso, e non verso l'alto.

Per dissipare il dubbio che gl'isolatori a cappellotto metallico possano dare inconvenienti dovuti a capacità troppo grande, esegui sopra di essi alcune misure mediante un galvanometro balistico, con

corrente continua, e mediante un elettrometro a quadranti, con corrente alternata.

Come campione di confronto, adoperei un condensatore ad aria, costruito dalle Officine Galileo, avente capacità dell'ordine di quelle ch'io doveva misurare.

Ecco i risultati di tali misure:

1.° Capacità di un solo elemento del tipo e grandezza indicato dalla fig. 12 Microfarad 0,000061;

2.° Capacità una catena di tre elementi disposta come risulta dalla fig. 12 Microfarad 0.000023.

Siccome nelle linee moderne, a tensione di oltre 75000 volts, di adotteranno sempre campate di almeno 150 metri, e non si avranno quindi più di sette pali per kilometro, la capacità kilometrica dovuta ai soli isolatori, supponendo la linea montata con catena di tre elementi, sarà di:

$$C = 7 \times 0,000023 = 0,000161 \text{ microfarad.}$$

Ora, nell'ipotesi che il filo considerato, abbia 10 mm. di diametro, sia lontano in media ml. 10,00 da terra, e ml. 2 da ciascuno degli altri conduttori formanti con esso la linea trifase, la sua capacità kilometrica verso terra, è di circa 0,0093 microfarad. Si vede dunque che la capacità dovuta agl'isolatori sta a quella dovuta al conduttore nel rapporto:

$$\frac{0,000161}{0,0093} = 0,0173.$$

Si può dunque ammettere che la capacità degli isolatori, anche se del tipo a cappellotto metallico, è insignificante in confronto di quella dovuta al conduttore.

Del resto, per fare un confronto con isolatori del tipo Paderno, ricorderò che la capacità d'un isolatore della linea Brusio (a 50000 volts) che misurai nel 1909, cogli stessi strumenti, e collo stesso metodo impiegati nelle misure sopra descritte per gl'isolatori del tipo a cappellotto, risultò di 0,000016 microfarad.

La differenza tra la capacità dei due tipi d'isolatori è dunque dell'ordine dei milionesimi di microfarad, cioè trascurabile.

Se poi la tensione d'esercizio fosse tale da consigliare catene di 4 elementi, invece di tre, la capacità della catena scenderebbe al disotto di quella misurata per l'isolatore Brusio.

Col nuovo tipo d'isolatori a cappellotto metallico concatenato, il problema dell'isolamento di linee per altissime tensioni è dunque risolto in modo soddisfacente. Spetta ora ai Signori progettisti, farsi coraggio ed iniziare finalmente anche da noi la costruzione di linee a tensioni superiori a 100000 volts. La patria dell'Elettricità non deve rimanere indietro all'America !

Sino ad oggi, durante lo studio preventivo di un impianto elettrico, quando si trattava di stabilire la tensione d'esercizio, le case fornitrici d'isolatori facevano la parte di freno, tendendo coi loro consigli ad impedire che si adottassero potenziali troppo elevati: in altre parole i fabbricatori di porcellana erano nell'industria elettrica i retrogradi.... gli oscurantisti, e chi sventolava la bandiera audace del progresso erano i fabbricanti di trasformatori.

D'ora innanzi non sarà più così. Coll'adozione degli isolatori in serie a concatenamento metallico, l'isolamento di linee a potenziale elevato quanto si voglia, si conseguirà in modo semplicissimo e sicuro, adottando catene di conveniente numero d'elementi.

I 130000, i 140000 volts d'esercizio diverranno fra pochi anni le tensioni normali per grandi trasporti d'energia; e se allora qualche ardito ingegnere crederà conveniente di studiare e proporre voltaggi ancora più elevati, le difficoltà, forse gravi e diverse, ch'egli potrà incontrare, non gli verranno mai dagli isolatori, i quali potranno essere calcolati e costruiti col coefficiente di sicurezza che si riterrà più opportuno.

Sesto Fiorentino 20 dicembre 1911.

Ing. EUGENIO ALESSANDRI.

DISCUSSIONE.

Il Presidente Ing. *Panzarasa* ringrazia l'Ing. *Alessandri* della sua interessantissima ed importante comunicazione la quale mostra come anche per gli isolatori ci possano sostituire dei criteri razionali a quelli affatto empirici seguiti finora. Chiede all'Ing. *Alessandri* quale coefficiente di sicurezza abbia adottato per gli isolatori studiati, essendo d'avviso che la questione di tali coefficienti debba essere ampiamente discussa in modo da condurre anche in elettrotecnica alla desiderata unificazione di criteri che si è raggiunta in tutti gli altri rami dell'ingegneria.

Alessandri. Ha ritenuto di poter usare una tensione di linea di 100.000 Volt il gruppo di tre isolatori che sotto pioggia hanno scaricato a 150.000 Volt. Osserva che cogli attuali isolatori dritti si è costretti ad accontentarsi di un margine di sicurezza assai minore.

Rebora, chiede se non è a temere l'ossidazione per le parti metalliche dell'isolatore, conoscendo per prova gli inconvenienti che ne derivano su certi tipi di scaricatori all'aperto.

Alessandri, ritiene che una buona catramatura delle parti metalliche sia sufficiente a preservarle. Cita il caso di alcuni isolatori a ombrello metallico da molti anni in opera a Doccia senza indizi di deterioramento. Ritiene in ogni caso che la zincatura dia risultati meno buoni di una abbondante verniciatura.

Semenza, ricorda come i primi isolatori a sospensione furono accolti in Europa con una «benevole diffidenza». Oggi nessuno più dubita della loro efficacia, ma il problema meccanico relativo al loro impiego è tutt'altro che risolto. Con essi le oscillazioni sia orizzontali che verticali dei fili non sono più fermate dal punto fisso dell'isolatore ma possono propagarsi da una campata all'altra e comporsi dando luogo ad inconvenienti.

Il sistema ricordato dall'Ing. Alessandri di sostenere i tre fili con un'unica catena di isolatori fissata ai suoi estremi ha poi l'inconveniente di rendere necessariamente diverse le capacità dei tre fili, e difficile la disposizione a triangoli equilateri. In ogni caso le mensole devono essere assai più robuste delle attuali anche pel peso notevole dei nuovi isolatori.

Alessandri, osserva che il peso può essere notevolmente ridotto facendo le parti metalliche in acciaio.

Intervengono nella discussione *Ganassini*, *Panzarasa* e *Perego* il quale ricorda di aver visto in Francia una linea montata col sistema proposto, la quale diede, dal punto di vista meccanico, risultati pessimi.

Barbagelata chiede all'Ing. Alessandri se si sia preoccupato delle capacità verso terra dei singoli isolatori per la quale, secondo alcuni, la tensione totale si suddivide fra i vari elementi in parti tutt'altro che uguali.

Alessandri non ha avuto occasione di verificare sperimentalmente la cosa. Nota però che l'inconveniente si potrebbe in ogni caso ovviare facendo di diversa capacità i diversi elementi della serie.

Panzarasa chiude la discussione rendendo omaggio alla Ditta Richard-Ginori per l'impulso dato all'industria degli isolatori.

Richard ringrazia e crede doveroso far ricadere gran parte dell'elogio sull'Ing. Semenza che fu il primo in Italia ad occuparsi di isolatori ad alta tensione creando il tipo Paderno che ebbe tanta fortuna e fu più o meno copiato da tutte le case estere.

N. 3.

DISCUSSIONE SULLA COMUNICAZIONE

« CONTRIBUTO ALLO STUDIO DELLE CORRENTI VAGANTI »

*Comunicazione tenuta del Socio Ing. G. REVESSI al Congresso
delle Applicazioni Elettriche di Torino.*

(Vedi Atti Congresso e Riassunto a pag. 1019 Fasc. 11.^o Vol. XV.^o — Atti A. E. I.)

Discussione seguita nella SEZIONE di ROMA

SEDUTA DEL 16 GENNAIO 1912.

Prof. Mengarini. Dopo essersi rallegrato vivamente con l'ingegnere Revessi per il suo utile ed interessantissimo studio, osserva che nelle norme di sicurezza della nostra Società non trovasi alcun cenno sopra le perdite di tensione ammissibili nei circuiti di terra della rete di tramways urbani. Crede che sia necessario stabilire norme al riguardo per ragione sia di sicurezza pubblica che di interesse di coloro che hanno tubature e masse metalliche nel suolo.

Presenta il seguente

ORDINE DEL GIORNO:

« La Sezione di Roma della A. E. I. dà mandato al proprio Delegato nella Commissione per la revisione annuale delle Norme, di proporre l'accoglimento nel nostro testo di regole e limitazioni per le perdite di tensione nei circuiti di terra delle reti tramviarie ».

L'ordine del giorno è approvato alla unanimità.

Prof. Corbino. Associandosi alle congratulazioni del Prof. Mengarini per l'interessante comunicazione del Revessi, ricorda le analogie tra il problema teorico da lui trattato e quello esaminato molti anni or sono dai Prof. Roiti e Pasqualini, che diede luogo ad una esauriente memoria del Prof. Volterra. Si trattava allora delle figure di origine elettrochimica che si manifestano alla superficie di

un conduttore metallico immerso in un elettrolito che sia sede d'una corrente.

Osserva infine che la trattazione *teorica* del Revessi condurrebbe a risultati un pochino differenti se si tenesse conto della f. e. m. di polarizzazione che si manifesterà certamente in tutti i punti ove le correnti vaganti passano dal metallo alla terra e viceversa.

Prof. Revessi. Rispondendo alla osservazione del Prof. Corbino non contesta l'esistenza di una forza elettro-motrice di polarizzazione fra il terreno e le lamine metalliche; ritiene però che il tenerne conto avrebbe complicato senza un adeguato vantaggio le considerazioni teoriche svolte in principio del suo lavoro, poichè i risultati, pure rimanendo in qualche cosa modificati, non sarebbero stati però diversi nelle loro linee generali. Ciò è tanto vero che gli autori che con senso pratico più si sono occupati dell'argomento, come per es. il Michalke nel suo trattatello sulle correnti vaganti, hanno studiato l'andamento dei potenziali per linee tramviarie aperte alimentate ad un estremo, senza preoccuparsi della polarizzazione; di questa era stato anche tenuto conto nelle norme sulle correnti vaganti pubblicate nel 1907 dalla Commissione tedesca sulle correnti vaganti, ed a questo scopo Haber e Goldschmidt avevano ideato, per renderne possibile la pratica misura, i loro elettrodi impolarizzabili, mentre le norme più recenti hanno a questa finezza rinunciato.

Ing. Del Buono, Vice Presidente. A causa della tarda ora rinvia la continuazione della discussione sull'importante argomento alla prossima riunione.

SEDUTA DEL 14 FEBBRAIO 1912.

Ing. Del Buono. Riprende la discussione ed a proposito della azione delle correnti vaganti sul cemento armato, richiama gli studi fatti dal Magnusson e Smith sull'azione delle correnti elettriche sul cemento armato, che mettono in evidenza l'azione distruggitrice di esse.

L'Ing. Del Buono richiama l'attenzione dell'Assemblea su questi fatti che egli ritiene degni di grande attenzione poichè sul cemento armato è da temersi non solo l'azione delle correnti vaganti nel suolo, ma anche quella delle correnti di dispersione in quelle cen-

trali od officine dove si abbiano batterie di accumulatori, bagni elettrolitici od altro.

Accenna come esempio ai danni riscontrati in vasche di cemento armato per effetto delle correnti di dispersione di bagni elettrolitici, e ricorda come l'inconveniente sia stato eliminato riunendo al polo negativo dei bagni l'anima in ferro del cemento.

Data quindi l'importanza dell'argomento ritiene molto utile uno studio o delle ricerche in proposito e prega l'Ing. Revessi di mettere al corrente la Sezione degli studi fatti in proposito, iniziando, potendo, delle esperienze.

Prof. Revessi. Dichiaro di non poter prendere un vero impegno in proposito, pur promettendo di riferire sull'argomento sopra altri risultati che fossero per venire a sua conoscenza.

Ing. Fano. Conferma nel caso delle batterie di accumulatori l'efficacia del provvedimento accennato dall'Ing. Del Buono.

Ing. Del Buono. Prega pure l'Ing. Fano di far conoscere quanto è a sua conoscenza sull'argomento.

Prof. Mengarini. Domanda schiarimenti all'Ing. Revessi sulla entità del pericolo che corrono per questo fatto le costruzioni.

Ing. Revessi. Pur ricordando la difficoltà di una risposta esauriente accenna al maggior pericolo che possono correre in proposito le fondazioni per la probabile eventualità in presenza di correnti vaganti di un sensibile gradiente del potenziale elettrico del suolo nel senso della profondità oltre che nel senso orizzontale.

Nessun altro domandando la parola, il Vice Presidente dichiara chiusa la discussione.

Il Vice Presidente

U. DEL BUONO

Il Segretario

C. CARLETTI

N. 4.

VERBALI DELLE SEZIONI

SEZIONE RI ROMA

VERBALE DELL'ADUNANZA DELLA ASSEMBLEA DEL GIORNO 16 GENNAIO 1912.

Ordine del giorno di convocazione.

1. — Dimissioni del Presidente ;
2. — Ammissione di nuovi soci;
3. — Comunicazioni della Presidenza ;
4. — Comunicazione del socio ing. Revessi: « Contributo allo studio delle correnti vaganti » ;
5. — Elezione di due Consiglieri delegati al Consiglio Generale.

Presiede il Vice Presidente Ing. Ulisse del Buono.

Del Buono. Con vero rincrescimento comunica all'Assemblea le dimissioni del Prof. Comm., Quirino Maiorana dalla carica di Presidente della Sezione, determinate in parte da ragioni di salute, ed in parte dalle molteplici occupazioni che ha il Prof. Maiorana per le quali il medesimo dichiara di non potersi dedicare alle mansioni affidategli con quella diligenza e con lo zelo che sarebbero necessari.

Informa che il Consiglio ha fatto vivissime premure affinchè il Professore Maiorana desistesse dalle dimissioni presentate ed ha inviato anche al medesimo una lettera firmata da tutti i Consiglieri.

Il Prof. Maiorana però, dopo maturo esame, nel dubbio che, per le ragioni soprariferite, con la sua permanenza in carica potesse essere in qualche modo intralciato il regolare funzionamento della sezione, ha insistito nelle sue dimissioni.

Il Vice Presidente mette perciò in votazione le dimissioni del Prof. Maiorana che vengono accettate.

Ing. Del Buono. Comunica all'Assemblea l'ammissione dei nuovi soci signori: Prof. Ing. E Grismayer, Prof. Dott. Arturo E. Kennelly, Ing. Leonardo De Muro, Ing. Raffaello Lenner, Marchese Luigi Solari, Ing. Giulio Martinez, Ing. Koloman V. Kando, Ing. Evangelista Campanari, Ing. Michele Austeri, Ing. Giovanni Dubs, Ing. Paolo Caracciolo, Ing. Aldo De Benedetti, Ing. Luigi Paternò Raddusa, Ing. Adolfo Franceschi, Ing. Giovanni Mongini, Ing. Enea, Virgili, ed il passaggio alla Sezione del socio Giuseppe Rostain proveniente dalla Sezione di Torino.

Comunica infine la radiazione per morosità del socio Cap. Guido Castagneris.

Ing. Del Buono. — Fa una breve relazione sul lavoro eseguito dalla Sezione, accennando alle onoranze a Pacinotti, alla importante riunione della Commissione per la revisione delle norme, alle elezioni della Presidenza Generale ed alla organizzazione della Biblioteca Centrale e del servizio delle recensioni.

Informa poi l'Assemblea che il Consiglio Direttivo ha nominato il Prof. Cav. Moisè Ascoli alla carica di Direttore della Biblioteca Centrale e del servizio delle Recensioni.

Dà quindi la parola all'ing. Revessi per la sua comunicazione.

Ing. Revessi. Legge la sua relazione: « *Il Contributo allo studio delle correnti vaganti* » e termina vivamente applaudito dall'Assemblea.

Segue una discussione sull'argomento alla quale prendono parte i soci Prof. Mengarini, Prof. Corbino ed Ing. Bordoni. Su proposta del Prof. Mengarini l'Assemblea approva il seguente Ordine del giorno:

« La Sezione di Roma della A. E. I. dà mandato al proprio delegato « nella Commissione per la revisione annuale delle Norme, di proporre « l'accoglimento nel nostro testo di regole e limitazioni per le perdite di « tensione nei circuiti di terra nelle reti tramviarie ».

Ing. Del Buono. — A causa della tarda ora rinvia la continuazione della discussione sulla comunicazione dell'Ing. Revessi alla prossima adunanza, e dichiara aperte le urne per la elezione di due Consiglieri delegati al Consiglio Generale in sostituzione degli uscenti Ing. Pietro Lanino e Prof. Pietro Verole, che a norma dello Statuto non sono rieleggibili. Invita i soci Bordoni e Lattes a fungere da scrutatori.

Ing. U. Del Buono. In seguito a scrutinio proclama eletti a Consiglieri delegati i signori:

MAIORANA PROF. COMM. QUIRINO

PIOLA PROF. FRANCESCO

La seduta è tolta alle ore 23,20.

Il Segretario

A. CARLETTI.

Il Vice-Presidente.

U. DEL BUONO.

VERBALE DELL'ADUNANZA DELL'ASSEMBLEA DEL 14 FEBBRAIO 1912

Ordine del giorno:

- 1.° — Comunicazioni della Presidenza ;
- 2.° — Relazione della Commissione per le modifiche della tassa sull'energia elettrica ;
- 3.° — Continuazione della discussione della Comunicazione dell'Ingegnere Revessi sulle « Correnti vaganti » ;
- 4.° — Comunicazione del Prof. O. M. Corbino sulle « Proprietà termiche ed elettriche dei filamenti metallici sottili ».

Presiede il Vice Presidente Ing. Ulisse Del Buono.

Del Buono, Vice presidente. Apre la seduta alle 21,30 e comunica la pubblicazione in fascicolo separato delle « Norme di sicurezza per l'esecuzione di impianti elettrici », rende conto dell'incarico dato al Prof. Mengarini di rappresentare la Sezione alla riunione tenuta a Milano in ordine alla revisione della tassa sulla energia elettrica ; invita il Prof. Mengarini a riferire sulla riunione e sulle pratiche fatte presso il Ministero.

Prof. Mengarini. Fa una completa e dettagliata esposizione in proposito.

Del Buono. Ringrazia il Prof. Mengarini della comunicazione fatta ed inizia egli stesso la discussione accennando ai risultati esposti dal Rossander sull'impiego dell'elettricità per riscaldamento. Sull'opportunità di tassare il corpo illuminante anzichè l'energia in sè stessa fanno obiezione l'Ing. Frigerio, il signor Chiesa della Sezione di Milano, ed il Prof. Corbino.

A tutti risponde il Prof. Mengarini.

Si passa quindi a proseguire la discussione iniziata la seduta precedente sulla Comunicazione dell'Ing. Revessi sulle « Correnti vaganti ».

Prendono parte alla discussione il Vice Presidente Del Buono ed i Soci Ing. Fano e Prof. Mengarini.

Prof. Corbino considerata l'ora tarda propone di rimandare ad altra seduta la lettura della sua Comunicazione sulla « Proprietà termiche ed elettriche dei filamenti metallici sottili ».

Così rimanendo stabilito il Vice Presidente toglie la seduta alle ore 23,30.

Roma, 28 febbraio 1912.

Il Segretario

A. CARLETTI.

Il Vice-Presidente.

U. DEL BUONO.

SEZIONE DI NAPOLI

Bilanci approvati nella seduta del 1.º Febbraio 1912 (Vedi Verbale Fasc. 2.º Volume XVI pag. 135).

BILANCIO CONSUNTIVO 1911

ATTIVO		PASSIVO	
Residuo esercizio 1910 . . .	L. 405,35	Pagamento sede Centrale per 1911	L. 1750,—
Anticipo pigione	» 180,—	Pagamento sede Centrale a saldo arretrati	» 200,—
Quote sociali incassate	» 3858,—	Impiegato segreteria e lavori straordinari	» 275,—
Quote sociali da incassare . . .	» 126,—	Fitto locali	» 1000,—
Concorso dell' Uff. Centrale per la sede del Presidente Generale	» 250,—	Abbonamento telefono	» 100,—
		Abbonamento periodici	» 77,—
		Mance e gratifiche	» 80,—
		Spese di stampa e posta	» 187,60
		Diritto esazione 5%	» 206,70
		Contributo congresso internazionale Torino	» 275,—
		Spese Congressi ed Album Pacinotti (Posta ed es.)	» 20,20
		Residuo attivo	» 647,15
	L. 4819,35		L. 4819,35

CONTRIBUTI PER IL CONGRESSO INTERNAZIONALE DI APPLICAZIONI ELETTRICHE

Dalla Sezione	L. 275,—
Dai Soci collettivi	L. 1725,—
	L. 2000,—

Il Presidente
L. Lombardi

Il Cassiere
A. Saggese

BILANCIO PREVENTIVO 1912

ATTIVO

PASSIVO

Residuo esercizio 1911 . . .	L. 647,15	Contributo alla sede centrale .	L. 1720,—
Soci residenti 118 × 24	2832	Impiegato di Segreteria . . .	» 240,—
» non » 28 × 18	504	Fitto locali	» 1080,—
» collettivi 13 × 48	624	Trasferimento locale	» 150,—
» studenti 9 × 12	108	Abbonamenti periodici . . .	» 80,—
Tassa ammiss. 6 × 5	30	Mance e gratifiche	» 100,—
	—	Spese di stampa e posta . .	» 250 —
	» 4098,—	Diritti esazione 5%	» 200,—
	L.4745,15	Abbonamento telefono . . .	» 100,—
Quote eventualmente inesigibili	» 100,—		L.3920,—
		Residuo attivo	» 725,15
	L.4645,15		L.4645,15

Il Presidente

L. Lombardi

Il Cassiere

A. Saggese

VERBALE DELLA RIUNIONE ORDINARIA ANNUALE TENUTA IL GIORNO 8 MARZO 1912

Ordine del giorno :

- 1.° — Comunicazioni della Presidenza ;
- 2.° — Ammissioni ;
- 3.° — Comunicazione del Prof. O. M. Corbine sulle « Proprietà termiche ed elettriche dei filamenti metallici sottili » ;
- 4.° — Discussione del Bilancio consuntivo 1911 e del preventivo 1912 ;
- 5.° — Elezioni delle cariche sociali.

Presiede il vice Presidente ing. Ulisse Del Buono, il quale dopo aver dichiarata aperta la seduta fa una breve relazione morale sulla attività svolta dalla Sezione nell'anno 1911.

Parla delle solenni onoranze all'illustre prof. Pacinotti, della organizzazione della Biblioteca Centrale e del servizio delle Recensioni, e propone un voto di plauso tanto al prof. Ascoli che ai Recensori.

L'assemblea approva all'unanimità.

Comunica inoltre l'ammissione dei due nuovi soci ing. V. Tonni Bazza ed Officine Metallurgiche Togni, ed informa l'Assemblea che il prof. Corbino è impossibilitato a leggere la sua comunicazione perchè indisposto. Invita il prof. Ascoli a riferire sui lavori della Commissione Elettrotecnica Internazionale.

Ascoli fa una relazione particolareggiata sulla costituzione e funzionamento della suddetta Commissione Internazionale e sugli interessanti lavori dalla medesima eseguiti, e termina vivamente applaudito dall'Assemblea.

Del Buono Vice Presidente, dopo aver ringraziato il prof. Ascoli per la sua relazione, dà la parola al Cassiera per la lettura del Bilancio consuntivo per l'anno 1911 e del Bilancio preventivo 1912.

Lattes legge i due bilanci e fa un resoconto delle diverse entrate e spese incontrate dalla Sezione pel primo quindicennio 1897-1911.

I due bilanci vengono approvati ad unanimità.

Del Buono, Vice Presidente, osserva che non si può procedere alla elezione delle cariche sociali per mancanza di numero legale e propone all'Assemblea di riunirsi in seconda convocazione il giorno 10 corr., alle ore 10 ant.

La proposta è approvata e la seduta viene tolta alle ore 23,30.

Il Segretario
A. CARLETTI.

Il Vice Presidente
U. DEL BUONO.

VERBALE DELL'ADUNANZA DEL GIORNO 10 MARZO 1912

Ordine del giorno - Elezioni sociali.

Presiede il Vice Presidente Ing. Ulisse Del Buono, il quale dichiara aperte le urne ed invita i soci ing. Vito Di Cave ed ing. Salvatore Passeri a fungere da scrutatori.

Terminata la votazione, si procede al scrutinio.

Risultano eletti:

a *Presidente*:

ING. ULISSE DEL BUONO

a *Vice Presidente*:

ING. PROF. GIUSEPPE REVESSI

a *Consiglieri*:

ING. PROF. UGO BORDONI

COMM. PROF. GIOVANNI DI PIRRO

ING. GUIDO FANO

Dopo la proclamazione degli eletti, la seduta viene tolta alle ore 12,30.

Il Segretario

A. CARLETTI.

N. 5.**CONGRESSO APPLICAZIONI ELETTRICHE****TORINO 1911**

COMUNICAZIONI DELLA PRESIDENZA

Uno dei volumi degli Atti del Congresso Internazionale delle Applicazioni Elettriche sarà pubblicato quanto prima, essendo già quasi composto.

Portiamo quindi ancora a conoscenza dei signori soci dell'A. E. I. che i tre volumi di circa 1000 pagine ognuno, costeranno complessivamente L. 20. I soci i quali ne faranno richiesta direttamente, ovvero a mezzo della rispettiva Sezione, non oltre il 30 giugno p. v., versandone anticipatamente l'importo, godranno di uno speciale ribasso del 25 per cento e potranno a suo tempo ricevere l'opera completa per il prezzo complessivo di L. 15.

Le richieste e le quote relative dovranno essere rimesse prima del 30 giugno 1912 al Segretario della Commissione esecutiva presso il R. Politecnico di Torino.

N. 6.**RECENSIONI**

(I recensori non assumono alcuna responsabilità delle affermazioni e dei giudizi contenuti negli articoli riassunti).

Elettrofisica

P. WEISS: *La razionalità dei rapporti fra i momenti magnetici molecolari ed il magnetone*. — (Journal de Physique, serie 5^a, vol. I, pag. 900 e 965, novembre e dicembre 1911).

Scopo del lavoro è di mostrare come si possa determinare in valore assoluto il momento magnetico di un gran numero di molecole e come tutti questi momenti siano multipli di un valore aliquoto comune al quale l'A. dà il nome di *Magnetone*.

I. RIASSUNTO DELLA TEORIA CINETICA DEL MAGNETISMO

1. *Teoria del diamagnetismo e del paramagnetismo del Langevin*. — Il Langevin ha dato una teoria cinetica del dia- e para-magnetismo, che si adatta sensibilmente ai fatti sperimentali e che è stata estesa dall'A. al ferro-magnetismo in base al concetto del campo molecolare.

Secondo questa teoria diamagnetismo e paramagnetismo dipendono da cause affatto diverse. Il diamagnetismo (generale quanto il fenomeno di Zeeman, a cui è intimamente legato) è una proprietà di tutti gli atomi: esso consiste nella deformazione delle orbite degli elettroni per effetto del campo magnetico. Questo fenomeno, essendo interno all'atomo, è indipendente dal moto delle molecole e perciò dalla temperatura.

Il paramagnetismo si spiega distinguendo le molecole in due categorie. In ogni molecola vi è un gran numero di elettroni in movimento lungo determinate orbite, i quali creano altrettanti momenti magnetici. Se il momento magnetico risultante della molecola è nullo, il campo esterno non ha alcuna presa su di essa e si limita a deformare le orbite degli elettroni, producendo il diamagnetismo. Se la molecola ha invece un momento risultante diverso da zero, il campo tende ad orientarla, ostacolato in questa sua azione dall'agitazione termica. Il valore della magnetizzazione in funzione del campo H e della temperatura assoluta T si calcola risolvendo un problema di dinamica statistica (legge di

Maxwell-Boltzmann) e ne risulta

$$(1) \quad \frac{\sigma_m}{\sigma_{m0}} = \cot ip \, a - \frac{1}{a}$$

essendo:

$$(2) \quad a = \frac{\sigma_{m0} H}{R T}$$

in cui: σ_m = magnetizzazione molecolare (momento magnetico della grammomolecola);

σ_{m0} = magnetizzazione molecolare massima (per $T = 0$, ovvero per $H = \infty$).

$R T$ = due volte l'energia cinetica per un grado di libertà della molecola;

R = costante dell'equazione dei gas perfetti $p v = R T$ riportata alla massa molecolare ($R = 83,155 \times 10^6$ erg per grado).

La (1), rappresentata graficamente in coordinate cartesiane, è una curva che esce dall'origine e ha dapprima andamento rettilineo, poi si incurva tendendo asintoticamente a un'ordinata finale pari ad 1, quando a cresce indefinitamente. L'equazione del primo tratto presso che rettilineo, si ha sviluppando in serie la (1) e arrestandosi al primo termine:

$$(3) \quad \frac{\sigma_m}{\sigma_{m0}} = \frac{a}{3} = \frac{\sigma_{m0} H}{3 R T}.$$

Il Langevin calcola che per una determinata temperatura questa relazione approssimata cessa di essere accettabile solo per campi intensissimi (100.000 gauss). Ad essa si può dare la forma:

$$(4) \quad \chi_m = \frac{\sigma_{m0}^2}{3 R T},$$

chiamando $\chi_m = \frac{\sigma_m}{H}$ il coefficiente di magnetizzazione molecolare (susceptività molecolare). La (4) dimostra che χ_m è inversamente proporzionale a T ed esprime con ciò la legge del Curie sul paramagnetismo, la quale si verifica in un gran numero di casi. La costante del Curie, riferita alla molecola è:

$$(5) \quad C_m = \chi_m T = \frac{\sigma_{m0}^2}{3 R}.$$

2. *Campo molecolare.* — Come dalla legge di compressibilità dei gas perfetti si passa alla teoria dei fluidi in genere facendo un'ipotesi su l'azione mutua delle molecole, così si può estendere la teoria cinetica del Langevin dal paramagnetismo al ferromagnetismo ammettendo, con l'A., che nei corpi ferromagnetici l'azione di insieme delle molecole sopra

ciascuna di esse non sia nulla, ma invece equivalente a quella di un campo magnetico uniforme, H_m , proporzionale all'intensità di magnetizzazione I e diretto come essa:

$$(6) \quad H_m = N I;$$

ovvero, indicando con D la densità e con m il peso molecolare;

$$(7) \quad H_m = N \frac{D}{m} \sigma_m,$$

Le molecole che contribuiscono effettivamente alla produzione di H_m sono contenute in una sfera d'azione molecolare. L'A. ammette inoltre, che le azioni mutue espresse nella (6) siano le sole, che intervengono nella rotazione delle molecole, ossia che, a parte il campo molecolare, esse ruotino altrettanto liberamente in un metallo magnetico, quanto in un gas perfetto.

3. *Magnetizzazione spontanea.* — Se supponiamo che il campo esterno E_e sia nullo, sussiste solo quello interno H_m e perciò la (2) diviene:

$$(8) \quad a = \frac{\sigma_{mo} N D}{m R T} \sigma_m,$$

la quale combinata con la:

$$(1) \quad \frac{\sigma_m}{\sigma_{mo}} = \coth a - \frac{1}{a}$$

dà per ogni valore di T due valori possibili di σ_m , l'uno eguale a zero, l'altro diverso da zero. Si dimostra che la condizione corrispondente al secondo valore è la sola che sia stabile. I gruppi di molecole hanno dunque una magnetizzazione spontanea, creata dal campo molecolare, la quale è funzione soltanto della temperatura. Essa non apparisce nell'insieme di una parte finita di materia, poichè ogni gruppo di molecole può essere magnetizzato in un senso diverso da quello degli altri gruppi circostanti, così che l'azione all'esterno risulti nulla. Un campo esterno ha per effetto di orientare questi gruppi, rivelando la magnetizzazione spontanea. Se il campo esterno cresce indefinitamente di intensità, esso dopo avere orientato tutti i gruppi di molecole, tende a far crescere ancora la magnetizzazione secondo la (1), ma l'aumento, che possono produrre anche i più intensi campi finora realizzati, è trascurabile rispetto alla magnetizzazione spontanea, tranne che in prossimità della temperatura critica, per la quale la magnetizzazione spontanea scompare (punto del Curie).

4. *Variazione termica della magnetizzazione spontanea.* — Si può dunque assumere la magnetizzazione di saturazione, come indice della

magnetizzazione spontanea. Dal sistema delle (1) e della (8) si deduce, che la magnetizzazione spontanea, al crescere della temperatura, tende a zero secondo la

$$(3) \quad \frac{\tau_m}{\tau_{m0}} = \frac{a}{3} ,$$

la quale, sostituita nella (8) ci dà la temperatura critica Θ del punto del Curie, nel quale la magnetizzazione spontanea scompare:

$$(9) \quad 1 = \frac{\tau_{m0}^2 D N}{3 m R \Theta}$$

$$(10) \quad \Theta = \frac{\tau_{m0}^2 N D}{3 m R} .$$

Introducendo, mediante la (5), la costante del Curie, che avrebbe il corpo se fosse paramagnetico, si ha:

$$(11) \quad \Theta = \frac{C_m}{m} N D$$

e sostituendo la costante del Curie C riferita all'unità di massa,

$$(12) \quad \Theta = C N D .$$

Questa equazione permette di ricavare direttamente da risultati sperimentali, la costante N del campo molecolare.

5. *Stati magnetici corrispondenti.* — Dividendo la (8) per la (9) e combinandola con la (1) si ha il sistema:

$$(1) \quad \frac{\tau_m}{\tau_{m0}} = \cot ip \, a \cdot \frac{1}{a}$$

$$(13) \quad \frac{T}{\Theta} = \frac{3}{a} \cdot \frac{\tau_m}{\tau_{m0}} .$$

Questo sistema di equazioni, con l'intermediario della variabile ausiliaria a , rappresenta la legge di dipendenza fra $\frac{T}{\Theta}$ e $\frac{\tau_m}{\tau_{m0}}$. Questa legge è la stessa per tutti i corpi; i quali vengono in essa confrontati in condizioni fra loro corrispondenti, se si definiscono *corrispondenti* gli stati caratterizzati dai medesimi valori dei rapporti $\frac{\tau_m}{\tau_{m0}}$ e $\frac{T}{\Theta}$.

6. *Verifiche sperimentali.* — La curva teorica $\frac{\tau_m}{\tau_{m0}} = f\left(\frac{T}{\Theta}\right)$ coincide assai bene con quella sperimentale per la magnetite, per la pirrotina, per il coposto $F^2_e N_i$. L'approssimazione è invece soltanto grossolana nel caso del ferro, del nichel, del cobalto.

7. *Espressione della magnetizzazione dei corpi ferromagnetici in funzione della temperatura e del campo.* — Se il campo esterno è H_e , il campo totale H sarà:

$$(14) \quad H = H_e + N I.$$

Per un dato valore $\frac{\sigma_m}{\sigma_{m0}}$ si ha dalla (1) un determinato valore di a ; mediante questo valore di a si può calcolare la temperatura T , che deve avere il corpo, perchè σ_m sia raggiunta sotto la sola azione del campo interno $NI = N \sigma_m \frac{D}{m}$:

$$(8) \quad a R T = \sigma_{m0} \sigma_m N \frac{D}{m};$$

laddove la temperatura T' che il corpo deve avere, perchè σ_m sia raggiunta sotto l'azione del campo totale $H = H_e + NI$, è data dalla

$$(15) \quad a R T' = \sigma_{m0} H_e + \sigma_{m0} \sigma_m N \frac{D}{m},$$

da cui:

$$(16) \quad a R (T' - T) = \sigma_{m0} H_e.$$

Queste relazioni permettono di determinare σ_m in funzione di T' e di H_e .

Quando il rapporto $\frac{\sigma_m}{\sigma_{m0}}$ è molto piccolo, T tende a Θ ed è:

$$(3) \quad a = 3 \frac{\sigma_m}{\sigma_{m0}}$$

onde la (16), combinata anche con la (5) diventa:

$$\frac{\sigma_m}{H_e} (T' - \Theta) = \frac{\sigma_{m0}^2}{3 R} = C_m.$$

Chiamando χ_m il coefficiente di magnetizzazione molecolare $\frac{\sigma_m}{H_e} = \chi_m$ si ha:

$$(17) \quad \chi_m (T' - \Theta) = C_m.$$

Mentre dunque per i corpi paramagnetici vale la (5) $\chi_m T = C_m$, per i ferromagnetici la stessa costante C_m si ottiene moltiplicando un coefficiente di magnetizzazione, misurato al di sopra del punto del Curie, per l'eccesso della temperatura di osservazione su quella di questo punto. La variazione lineare di $\frac{1}{\chi}$ in funzione della temperatura, prevista da

questa teoria per la regione al di sopra del punto di Curie, è stata soddisfacentemente verificata per un gran numero di materiali, ma spesso, in luogo di una retta sola, si hanno successivi segmenti di retta, cui corrispondono diversi valori di C_m e di Θ .

8. *Nomenclatura.* — Accettando e in parte modificando le diciture dell'Osmond, l'A. propone il nome di α per il ferro al di sotto del punto del Curie, e quelli di β , γ , δ per i singoli tratti al di sopra di esso, per i quali restano costanti C e Θ . In generale per i metalli magnetici si distingueranno, al crescere della temperatura, i seguenti stati:

1. *Ferromagnetismo spontaneo*, dallo zero assoluto al punto del Curie;

2. *Ferromagnetismo sollecitato* da un campo esterno, caratterizzato dalla formula (17);

3. *Paramagnetismo* puro, caratterizzato dalla (5).

9. *Calore specifico e campo molecolare.* — Com'è noto, il calore specifico del ferro che si raffredda subisce un brusco aumento nel punto del Curie. La teoria del campo molecolare permette di spiegare questa anomalia e di calcolarne la grandezza. Infatti nel punto del Curie si ricostituisce il magnetismo spontaneo, cui corrisponde per unità di massa un'energia:

$$(19) \quad E = - \frac{1}{2} H_m \tau.$$

Per effetto di questa energia il calore specifico deve essere superiore a quello che il materiale avrebbe se non fosse magnetico, di una quantità

$$(18) \quad c' = \frac{1}{J} \cdot \frac{dE}{dt}.$$

ove J è l'equivalente.

Il valore di c' , piccolo per basse temperature, va poi salendo rapidamente in prossimità di Θ e, raggiunta questa temperatura, cade bruscamente a zero. I valori di c'_θ e di Θ ricavati da esperienze magnetiche e quelli ricavati calorimetricamente per il ferro, il nichel, la magnetite sono concordi nei limiti dell'approssimazione sperimentale. Ciò è una delle migliori prove in favore della teoria del campo molecolare e della magnetizzazione spontanea. Se un campo esterno realmente creasse la magnetizzazione ferromagnetica, questa dovrebbe essere accompagnata da un riscaldamento di centinaia di gradi.

IL MAGNETONE.

10. *Insufficienza della teoria e necessità di generalizzarla.* — La teoria proposta ha già avuto troppe conferme, perchè si possa pensare ad abbandonarla, ma subisce anche aroppe eccezioni, perchè non si debba modificarla. Principale eccezione è la legge di variazione della magnetiz-

zazione di saturazione (magnetizzazione spontanea) del ferro, del nichel, del cobalto in funzione della temperatura. Si può rinunciare a considerare come costante la massa molecolare, o il momento magnetico molecolare, o infine la costante N del campo molecolare. Dopo aver tentato inutilmente quest'ultima via, l'A. è giunto ad ammettere variabile il momento magnetico in base alle esperienze ed ai ragionamenti seguenti.

11. *Esperienze a temperature molto basse.* — Le esperienze dell'A. e di Kamerling Onnes a temperature bassissime sul nichel e sul ferro e quelle di O. Bloch sul cobalto hanno dimostrato che i momenti molecolari delle tre sostanze (allo zero assoluto la magnetizzazione di saturazione è la massima σ_{mo} , quindi ci dà il momento molecolare) sono rispettivamente 3370, 12360, 10042, che stanno fra loro quasi esattamente come 3:11:9.

12. *Grandezza del magnetone.* — Il momento molecolare aliquoto di queste grandezze è 1123,5 che si chiama *magnetone-grammo*. Essendo secondo Perrin $68,5 \times 10^{22}$ il numero di atomi nell'atomogrammo il *magnetone* è un momento $16,40 \times 10^{-22}$.

13. *Esperienze su la magnetite al di là del punto del Curie.* — Le esperienze dell'A. e del Foëx danno quattro successive rette $\frac{1}{\chi_m} = \frac{1}{C_m} (T - \Theta)$ cui corrispondono quattro diversi valori di C_m . A questi se ne aggiunge un quinto per il paramagnetismo puro oltre 900° . Se dalla grammo-molecola si passa all'unità di massa, essendo $C_m = m C$ e $\sigma_{mo} = m \sigma_o$

$$\text{la (5) } C_m = \frac{\sigma_{mo}^2}{3R} \text{ diventa (5 bis) } C = m \frac{\sigma_o^2}{3R}.$$

I cinque successivi valori di C per la magnetite, i quali risultano crescenti con la temperatura, non si possono spiegare con aumenti di m , sia per la inverosimiglianza del fatto che la massa cresca con la temperatura, sia perchè non crescerebbe secondo rapporti semplici. Se invece si ritiene $m = \text{cost.}$ si trova che il momento magnetico molecolare va crescendo secondo valori che stanno sensibilmente nel rapporto 4:5:6:8:10; e ciò è assai più verosimile.

14. *Sulla determinazione della saturazione molecolare dei corpi paramagnetici disciolti.* — Una considerazione assai semplice permette di allargare assai il campo di controllo sperimentale della teoria. Il paramagnetismo dipende da un lato dal momento della molecola e dall'altro dalla sua agitazione termica. Queste due proprietà, inerenti alla molecola e indipendenti da quella delle molecole vicine sussistono anche quando il corpo si trova in soluzione. Le relazioni del paramagnetismo devono dunque verificarsi ed in particolare la

$$(5) \quad \sigma_{mo}^2 = 3R C_m = 3R \chi_m T.$$

Basta dunque misurare x_m e T per calcolare σ_{mo} . Ma è qui necessario di precisare, che cosa si intenda per molecola. Nella teoria cinetica del magnetismo, essa è un insieme di due o più atomi, che partecipa all'agitazione termica con cinque gradi di libertà (tre coordinate di posizione del baricentro, due coordinate di orientazione dell'asse magnetico), mentre non si considera una terza variabile di orientazione intorno all'asse magnetico. Ne segue la definizione: *la molecola magnetica è la quantità di materia, di cui l'asse magnetico possiede due gradi di libertà di orientazione*. Le altre proprietà della molecola materiale restano fuori di considerazione; così ad es., se nella molecola sono più atomi magnetici legati rigidamente, il suo momento è la risultante dei singoli momenti; ma se vi sono più atomi collegati con articolazione (simile a un giunto cardanico), ciascuno di essi deve essere considerato come una molecola magnetica. E questo è il caso più generale.

15. *Esperienze di P. Pascal su le soluzioni di sali paramagnetici.* — Le misure del Pascal, dimostrando che entro certi limiti le proprietà diamagnetiche e paramagnetiche dei componenti si sommano nei composti, e fornendo per molti componenti i valori sperimentali delle suscettività, permettono di dedurre per 27 sali paramagnetici presi in esame i valori della saturazione molecolare assoluta σ_{mo} . Dividendo questi valori di σ_{mo} per il valore già trovato per tutt'altra via del magnetone-grammo (1123,5) si hanno dei quozienti, che, salvo poche eccezioni, si avvicinano in modo molto sensibile a numeri interi; il che è una nuova conferma dell'esistenza di un momento magnetico elementare.

16. *Esperienze del Liebkecht e del Wills.* — Queste esperienze sono eseguite con un metodo di zero (du Bois), consistente nel variare la concentrazione di una soluzione, finchè il paramagnetismo del sale disciolto sia completamente compensato dal diamagnetismo del solvente (acqua). I risultati di queste misure permettono di aggiungere il nichel alle sostanze, per le quali l'esistenza del magnetone sarebbe dimostrata in base alle esperienze già esaminate.

17. *Il magnetone nelle combinazioni chimiche solide.* — Se si passa dai corpi gassosi o disciolti ai solidi paramagnetici, sembra verosimile che la definizione data per la molecola magnetica possa estendersi agli amorfi, e che la condizione deve essere raggiunta dopo un tempo di *rilasciamento* assai maggiore (sebbene forse neppur misurabile) che non per i gas, e ciò per effetto della relativa rarità degli istanti, in cui l'agitazione termica fornirà a una determinata molecola lo spazio per muoversi.

I fenomeni devono essere ancor più complessi nei corpi cristallini e nei metalli ferromagnetici. Vi sono energie potenziali secondarie, che determinano in questi ultimi i complicati fenomeni di varia permeabilità e di isteresi di cui l'A. ha abbozzato la teoria (J. de Phys. (4) 6 pagina 661 a. 1907). Nel presente studio se ne può prescindere, perchè vi si utilizzano solo misure di saturazione assoluta a bassissime tempe-

rature o misure al di là del punto del Curie, ove l'esperienza dimostra che tali influenze perturbatrici hanno importanza trascurabile.

18. *Esperienze di E. Feytis sui sali magnetici solidi.* — I risultati di queste esperienze sono una nuova prova dell'esistenza del magnetone, perchè i quozienti $\frac{\Theta_{mo}}{1123,5}$ risultano assai prossimi a numeri interi. Invero la differenza fra tali quozienti e i più prossimi a numeri interi è in media 0,11, laddove, se il magnetone non esistesse, essa dovrebbe tendere a 0,25 al crescere del numero dei composti esaminati.

19. *Metalli ferromagnetici al di là del punto del Curie.* — Le esperienze dell'A. e del Foëx e quelle del Bloch danno per il nichel puro un numero di 8 magnetoni e per quello che si trova nei composti ferro-nichel 9, il che sarebbe indizio di un'influenza dell'ambiente su la struttura intima dell'atomo. Il cobalto così nei composti come puro avrebbe 15 magnetoni. Quanto al ferro, il calcolo applicato alle C , C_m e σ_{mo} dedotte dalle rette $\frac{1}{x} = f(T)$ non dà con sufficiente approssimazione dei numeri interi, a meno che per il ferro β non si ammetta una molecola rigida Fe^3 e per il ferro γ una molecola Fe^2 . Si avrebbero allora per i ferri β_1 , β_2 e γ rispettivamente 12, 10 e 20 magnetoni.

20. *Conclusioni.* — La determinazione dei momenti magnetici atomici ha dimostrato, che per uno stesso atomo essi non sono costanti, ma presentano differenti valori, i quali tutti hanno un divisore comune. Questo divisore è il medesimo anche per atomi diversi e chiamasi *magnetone*. È assai verosimile, che questo momento elementare abbia un substrato materiale, così che il magnetone sarebbe un elemento costituente di un gran numero di atomi (Fe , Ni , Co , Cr , Mn , V , Cu , Hg , U). Una conferma indiretta solidissima della teoria del magnetone si trova nel fatto, che l'unica spiegazione plausibile della legge degli spettri in serie (Balmer) è stata data dal Ritz immaginando negli atomi delle catene rigide di bastoncini, aventi tutti egual momento magnetico.

Il fatto, che molti corpi non obbediscono, se non per determinati intervalli di temperatura, alle leggi della teoria cinetica del magnetismo, si spiega con una variazione del numero dei magnetoni. Il solo corpo finora noto, che nei più ampi limiti obbedisca con continuità alla teoria è il composto $Fe^2 Ni$. Il lavoro sperimentale per meglio determinare le proprietà dei corpi magnetici diviene, alla luce di questa teoria, pieno di promesse per la conquista delle leggi di azione molecolare, per lo studio della parte che hanno i fenomeni magnetici nelle combinazioni chimiche, per l'esame dei fenomeni che accompagnano la variazione di numero dei magnetoni nell'atomo. È assai notevole che i magnetoni si dispongono sempre paralleli in modo da addizionare algebricamente e non già comporre vettorialmente i loro momenti. È anche notevole l'idea, suggerita dalle esperienze, che non possano esistere mescolanze di mo-

lecole aventi diverso numero di magnetoni, quasi che l'eguaglianza di questo numero fosse una condizione di equilibrio.

Infine si può dire che, dopo l'elettrone, che simbolizza le idee nuove su la struttura discontinua dell'elettricità, il magnetone segna una evoluzione analoga nella rappresentazione dei fenomeni magnetici.

G. V.

Impianti.

Trasmissione elettrica a 110.000 volt nella provincia di Ontario. — (Electrical World. — New York, 6, 13, 20, 27 gennaio 1912).

Data l'assoluta mancanza di miniere di carbone, aveva per questa provincia, una grande importanza l'utilizzazione della sua enorme energia idraulica, onde il governo venne nella deliberazione di nominare una commissione per studiare il modo di generare, trasportare e distribuire a prezzo di costo alle varie municipalità l'energia elettrica da essa ottenuta. Dopo parecchie pratiche e studi preliminari intesi a dimostrare la convenienza economica della cosa fu, nel maggio 1906, nominata definitivamente la commissione: questa ha condotto, rapidamente, e con ottimo successo, a termine il suo lavoro e ormai l'importante impianto funziona già con una linea a 110,000 volt di 281 miglia ed una di 180 a 13,200 e 6600 volt.

L'energia generata a 12,000 volt viene trasformata nella stazione di Niagara Falls a 110,000 volt e portata alle varie sottostazioni in una linea comprendente le seguenti sezioni:

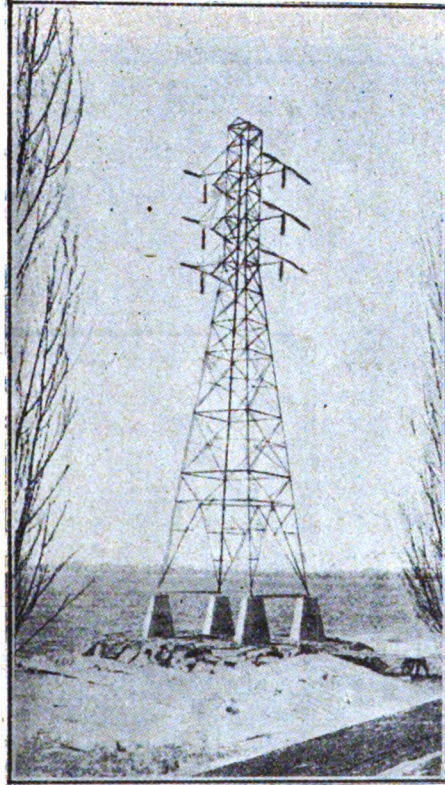
SEZIONE A — Niagara Falls — Dundas			lunga 51,4 miglia con 2 circuiti già costruiti			
»	B — Dundas	— Toronto	» 39,1	»	» 2	»
»	C — Dundas	— Paris	» 22,6	»	» 1	circuito già in opera
»	D — Paris	— Woodstock	» 21,8	»	» 1	»
»	E — Woodstock	— London	» 25,4	»	» 1	»
»	F — Dundas	— Guelph	» 25,3	»	» 1	»
»	G — Guelph	— Berlin	» 19,1	»	» 1	»
»	H — Berlin	— Stratford	» 25,1	»	» 1	»
»	I — Stratford	— St. Mary's	» 13,5	»	» 1	»
»	J — St. Mary's	— London	» 23,6	»	» 1	»
»	K — London	— St. Thomas	» 13,4	»	» 1	»

Si nota subito che soltanto nelle prime due sezioni si hanno 2 circuiti; questo è dovuto al fatto che le varie stazioni eccetto Toronto e St. Thomas formano un circuito chiuso e quindi l'energia da Dundas può arrivare ad esse per due vie opposte: ordinariamente il tratto St. Mary's-London non funziona.

Finora alla stazione di Niagara Falls sono installati trasformatori per 27,000 Kw.; questa energia viene trasformata e distribuita nelle varie sottostazioni, in ognuna delle quali sono installati trasformatori

delle seguenti potenze: Dundas 2250 Kw., Toronto 7500 Kw., London 3750 Kw., Guelph 2250 Kw., Preston 2250 Kw., Berlin 2250 Kw., Statford 2250 Kw., St. Mary's 2250 Kw., Woodstock 2250 Kw., St. Thomas 2250 Kw., Port Credit 3750 Kw.

Il tracciato della linea ad alta tensione fu studiato accuratamente cercando di seguire, per quanto era possibile, le vie esistenti allo scopo di ridurre al minimo le spese di trasporto e di sorveglianza: si cercò



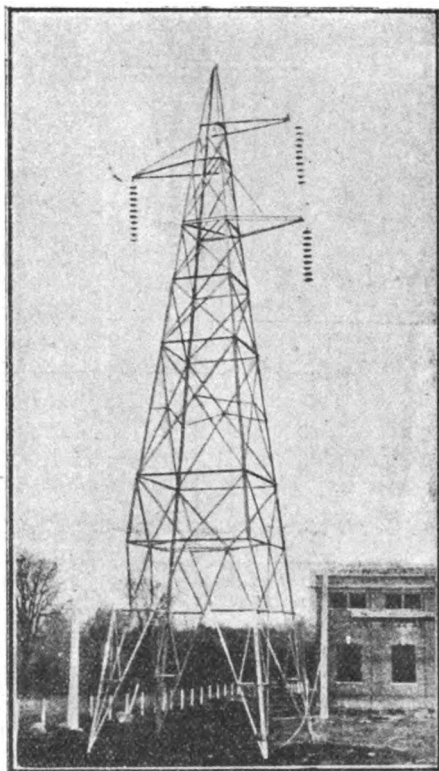
anche di evitare i luoghi soggetti a frequenti scariche atmosferiche ed anzi, per questo motivo, in alcuni casi si cambiò il tracciato in seguito a notizie avute dalla commissione dei telefoni.

Sostegni della trasmissione ad alta tensione (si vedano le figure accluse). — La base consiste in una piastra di acciaio laminato di 28 pollici quadrati per ognuna delle 4 gambe di ogni torre, immersa nel suolo a una profondità di circa 7 piedi e bullonata alla gamba d'angolo di circa 8 piedi, sporgendo dal suolo circa 12 ÷ 13 pollici. Fondazione simile è stata usata per la torre per lunghe campate e per quelle d'angolo; però in questi casi l'acciaio era più robusto e la piastra di 42 pollici quadrati.

Le piastre erano preparate in officina e le gambe d'angolo venivano bullonate ad esse sul posto. Le piastre non venivano galvanizzate ma ricoperte di una vernice speciale: il loro complessivo peso fu di circa 1000 tonnellate (1 tonn. = 1016 Kg.).

I 4 buchi per le gambe delle torri venivano segnati da due uomini a cui seguiva una squadra di 12 uomini e un capo che metteva a posto la base della torre: il costo del lavoro, compreso lo scavo, fu da 19 a 30 lire per ogni torre.

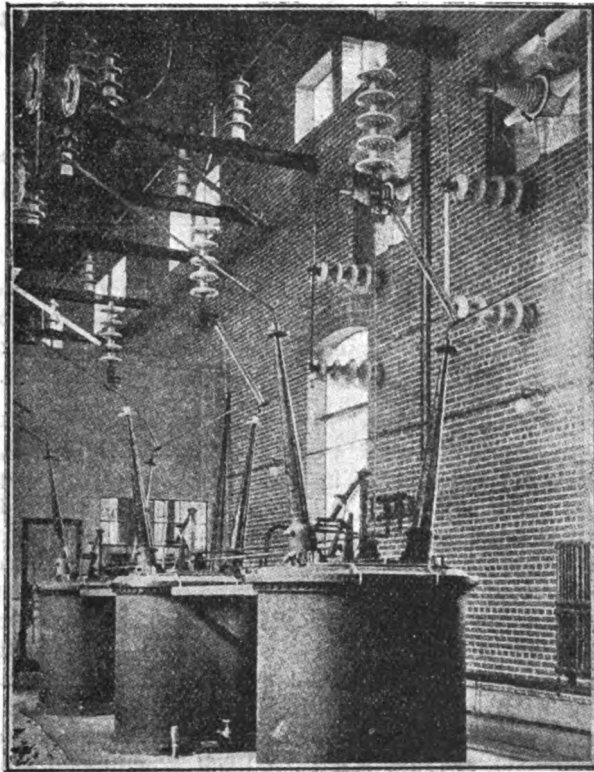
Quando si incontrò terreno sciolto, roccia o terreno molto bagnato,



si dovette ricorrere a una costruzione speciale a cui fu adibita un'altra squadra. Quando al terreno sciolto succedeva a poca profondità il terreno buono si fece una fossa più profonda e, lasciato sul posto il terreno di scavo, si raggiunse con materiale buono la giusta profondità. Quando si incontrò un forte strato di argilla bagnata si accoppiò alla piastra ordinaria un'altra piastra per distribuire meglio la pressione. Dove si incontrò la roccia a una profondità minore di 6 piedi si ricorse a uno speciale tipo di ancoraggio. In questi casi speciali il costo della fondazione, compreso il materiale, oscillò da 65 + 240 franchi, quest'ultimo prezzo corrispondendo ai luoghi di difficile accesso.

I pali venivano costruiti in acciaio Martin-Siemens secondo disegni dati dagli ingegneri della Commissione e dovevano resistere a una tensione orizzontale di 20,000 libbre in corrispondenza al centro del più basso braccio trasversale. In media la distanza tra i pali era di 550 piedi però variava secondo le condizioni topografiche, e in vicinanza di angoli; scendeva a 400 per angoli di 8 gradi e 100 per angoli a 45° che è il valore massimo riscontrato.

Una squadra composta di 18 uomini compreso un capo e un sotto



capo, seguiva l'ultima di quelle adibite ai lavori di fondazione. Due uomini di questa squadra andavano avanti e sorvegliavano i pacchi contenenti i pezzi dei pali, seguiva poi il grosso della squadra che componeva il corpo della torre e finalmente una squadra di 3 uomini che componeva i bracci trasversali. Questa squadra lavorava in inverno ed estate facendo in media 3 torri e mezza per giorno, d'estate però il lavoro era più proficuo e si arrivava a 5 oppure 6 torri per giorno. In media la spesa per la formazione di una torre per doppio circuito era di 12,6 lire, arrivando in inverno a L. 30, e scendendo in estate a L. 7,65: per le torri a semplice circuito il prezzo medio fu di L. 9,25.

Seguiva in ultimo una squadra di 5 o 6 uomini e un capo che met-

teva a posto le torri; in media questa squadra erigeva 4 torri per giorno, d'estate però, e in buone condizioni di tempo, si arrivava a 8 per giorno. Il costo dell'erezione era in media di 5,95 lire per torre a doppio circuito, in estate si scendeva a L. 3,10; per le torri a semplice circuito il prezzo medio era di L. 4,40.

Distinte le torri per circuito doppio in 3 categorie: 1° di tipo normale, 2° ancorate, 3° per angoli o per grandi campate: si hanno rispettivamente i seguenti dati:

Peso medio del ferro eccettuato la fondazione	3995 lb	4560 lb	5020 lb
Altezza totale	65 ft 4 in	61 ft 4 in	61 ft 4 in
Lunghezza totale del braccio superiore . . .	16 » 10 »	17 » 6 »	17 » 6 »
» » » » inferiore . . .	35 » 2 »	39 » 6 »	39 » 6 »
Dimensione di base	17 ft sq	18 ft sq	18 ft sq
Altezza di sospensione al cavo più basso .	45 ft	45 ft	45 ft
Numero totali di torri	2295	105	176

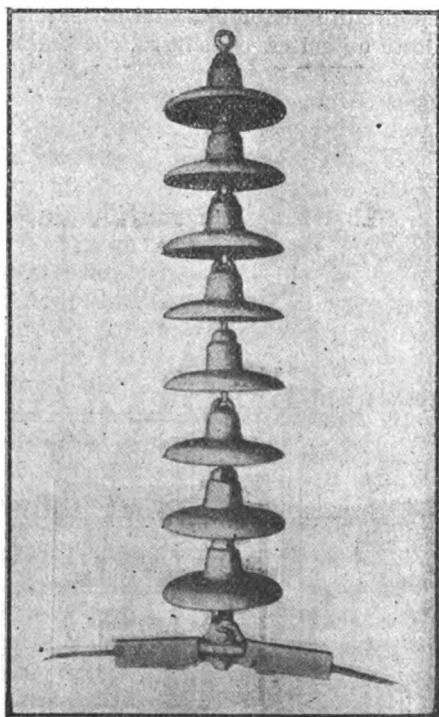
Le dimensioni di quelle a semplice circuito sono di poco differenti, di esse se ne ebbero 355 di tipo normale e 62 con ancoraggio: si ebbero ancora in posti particolari alcuni tipi speciali; in complesso il numero delle torri salì a 3040 con un peso complessivo di 6200 tonn.

Isolatori (si vedano le figure). — Per gli isolatori del sistema ad alta tensione era richiesto che resistessero a una tensione di 330,000 volt tripla della normale) asciutti e a 220,000 dopo essere stati disposti a una pioggia di 1/2 pollice d'acqua per minuto e sotto un angolo di 45 gradi; di più dovevano sopportare una tensione meccanica longitudinale di 8000 libbre. Gli isolatori di tensione impiegati a reggere alla tensione orizzontale dei cavi dovevano resistere, senza danno, a un carico di 10,000 libbre.

Ogni offerta fatta dalle varie case costruttrici invitate doveva essere accompagnata da 3 esemplari che venivano appunto sottoposti alle prove sopra dette, nella centrale del Niagara Falls della Ontario Power Company, la quale cortesemente offrì alla commissione l'uso degli apparecchi e l'energia necessaria. La prova a 330,000 volt veniva fatta in ogni caso, ma la decisiva era quella a 220,000 volt. Per questa prova con una serie di tubi si dirigeva un getto d'acqua, sotto un angolo di 45°, sui vari isolatori disponendo le cose in modo che si trovassero tutti nelle stesse condizioni e che il getto corrispondesse a una pioggia di 1/2 pollice al minuto. Queste prove venivano fatte nella più completa oscurità in modo da potere con numerose fotografie paragonarne la maggiore o minore luminosità. Anche le prove meccaniche venivano condotte con molta cura in modo da stabilire esattamente il carico di rottura.

Tutte queste prove furono fatte indipendentemente dal prezzo di cui si tene conto solo dopo la scelta finale basata sulle prove: che la scelta sia stata buona lo dimostra il fatto che in un anno di esercizio non si sono avute interruzioni dipendenti dagli isolatori. La scelta cadde su un tipo della casa « American » dopo alcune modificazioni suggerite dagli

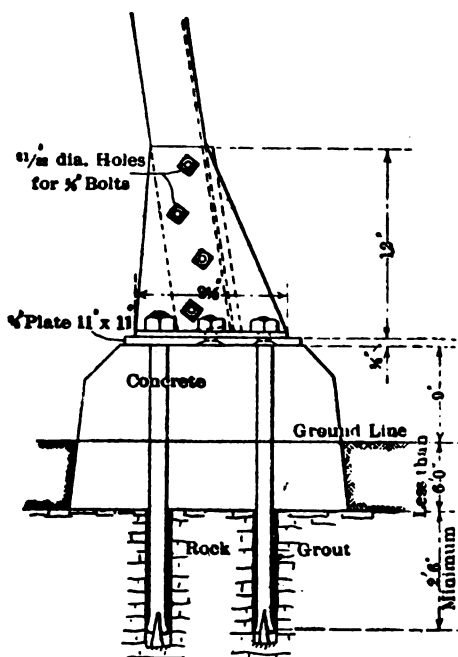
ingegneri della commissione. L'isolatore tipo è di otto sezioni come si vede in figura, quello di tensione di 10 e più robusto. I primi servirono per i pali di tipo normale e i secondi per i pali ancorati e d'angolo e per tutti gli altri tipi speciali. Gli isolatori furono uniti ai bracci trasversali da una squadra di 3 uomini e un capo la quale in media completava 40 torri per giorni nelle sezioni a semplice circuito.



Cavi. — Fatta eccezione per tre miglia presso Toronto che è a rame, il resto della trasmissione è in alluminio. Si sono usate 2 dimensioni e cioè N. 0000 B S tra Niagara Falls e Dundas e 000 nel resto della trasmissione. I cavi erano portati nel luogo in fasci lunghi 4000 piedi ed avevano le seguenti dimensioni:

	N. 000	N. 000
Diametro in pollici	0,53	0,47
Numero dei trefoli	7	7
Diametro medio per trefolo in pollici . . .	0,1756	0,159
Limite di elasticità in libbre per pollice quadro	14000 - 15000	14000 - 15000
Conduttività	61	61
Peso per miglio in libbre	10.0	816
Lunghezza totale usata in miglia . . .	312,-	673,8
Peso totale in ton.	164	275

La squadra dei tenditori era formata di 25 uomini, un capo e un sottocapo: essa tendeva i cavi colla voluta freccia e li fissava agli isolatori; la freccia veniva controllata da ispettori della Commissione. Una parte della squadra col sottocapo andava avanti a mettere i cavi di terra. Questi erano di 5/16 di pollice a 7 trefoli di acciaio galvanizzato, venivano fissati direttamente alle torri con una freccia conveniente: nelle torri a doppio circuito con 2 circuiti di forza furono usati 3 cavi di terra, in quelli a semplice circuito di forza 2 cavi di terra e nelle torri a semplice circuito si adottò un sol cavo di terra.



Il tempo impiegato per questo lavoro fu molto vario: nelle sezioni con 6 cavi di forza e 3 di terra la media fu di 1/2 a 6/10 di miglio al giorno e il costo medio fu di L. 164,00 per miglio: nelle sezioni a 3 cavi di forza e 2 di terra la media fu di 1/2 a 3/4 miglio al giorno e il costo medio di L. 101,00 per miglio.

Stazione di Niagara Falls. — La stazione di Niagara Falls riceve l'energia dalla stazione della « Ontario Power Company » alla tensione di 12.000 volt con cavi onugno dei quali porta 4500 Kw.; avendo ogni terna di trasformatori la potenza di 9000 Kw. essa viene alimentata da 2 cavi in parallelo. A entrambe le estremità i cavi sono protetti da interruttori automatici in olio, dopo questi interruttori si ha una barra ausiliaria e quindi attraverso a nuovi interruttori si va alle barre principali o direttamente ai trasformatori in modo però da aver sempre 2 interruttori in serie. Attualmente sono installati 9 trasformatori mo-

nofasi da 3000 Kw., ma è previsto l'impianto per altri 3. Dai trasformatori la corrente attraverso a interruttori comandati e ad interruttori automatici in olio è portata alle barre ad alta tensione e quindi attraverso a inseritori e interruttori automatici in olio alla cabina di partenza delle 2 linee ad alta tensione.

Gli interruttori, le barre e gli altri accessori a 12.000 volt sono collocati al piano terreno. I cavi in arrivo passano in condotti sotto al pavimento e terminano in cabina dove vi sono gli appositi interruttori. In altra parte del pianterreno si hanno le caldaie per il riscaldamento, i serbatoi dell'olio, le pompe, il compressore d'aria e la batteria di accumulatori. La pressione degli interruttori è controllata con apparecchi elettrici da apposito banco posto nella camera al controllo e i telefonisti sono avvisati della posizione degli interruttori da lampade colorate. Alle sbarre a 12.000 volt sono collegati i trasformatori per il servizio di luce, di controllo e per tutti gli altri servizi della centrale.

I trasformatori e tutti gli interruttori ad alta tensione sono posti nel piano principale e separati con muri dello spessore di 15 piedi. I trasformatori elevano il potenziale a 63.500 volt per fase ed essendo collegati a triangolo nel circuito a bassa e a stella nel circuito ad alta si ha il potenziale di linea a 110.000 volt. Essi sono raffreddati con olio e circolazione d'acqua che arriva mediante tubi sotto ai trasformatori. Ogni trasformatore è unito alle barre collettrici con un interruttore automatico tripolare controllato dalla galleria del controllo in modo simile a quelli a 12.000 volt. Si hanno 2 quadri di controlli: il primo contiene 3 pannelli corrispondenti alle varie connessioni relative alla bassa ed alta tensione di ognuna delle 3 terne di trasformatori e 2 pannelli corrispondenti alle 2 linee in partenza ad alta tensione: il secondo serve per i servizi interni della centrale; esso controlla il servizio di luce, il motore-generatore, la carica della batteria, la gru e le varie pompe per l'acqua e l'olio. L'illuminazione è fatta con lampade a incandescenza ordinariamente alimentate da una rete trifase a 110 volt, ma che possono anche essere alimentate dalla batteria in caso di guasto al circuito a corrente alternata. L'acqua è fornita dalla città di Niagara Falls e dalla « Ontario Power Company » quando la condotta cittadina si guasta: essa viene raffreddata in apposito serbatoio. Si hanno 2 serbatoi per l'olio ciascuno di capacità poco superiore a quella di un trasformatore e con apposite pompe si manda l'olio ai vari apparecchi, e, dopo usato, ai filtri: il sistema di distribuzione di olio è analogo per tutte le stazioni. La fornitura dell'acqua varia secondo le condizioni locali, ma in ogni caso si hanno per entrambe pompe ed altri apparecchi di riserva.

Stazione di Dundas. — E' questa la principale stazione di smistamento di tutto il sistema: essa riceve con 2 circuiti a 110.000 volt l'energia dalla stazione di Niagara Falls, e ne manda una parte a Toronto pure con una linea a 2 circuiti e 110.000 volt, una parte a Woodstock e a Guelph con 2 linee a 110.000 ciascuna a semplice circuito e finalmente una parte ne trasforma a 13.200 volt per fornire energia alla città di Hamilton e adiacenze.

L'equipaggiamento di questa stazione comprende 4 trasformatori da

750 kw isolati in olio con circolazione d'acqua, sette interruttori a 110000 volt a comando elettrico con condensatori tipo Westinghouse, sei gruppi di scaricatori atmosferici elettrolitici a 110000 per le 2 linee in arrivo e le 4 in partenza e 2 gruppi di scaricatori elettrolitici atmosferici a 13200 volt; sette interruttori tripolari automatici a 110000 volt per le 6 linee e per il gruppo dei 3 trasformatori da 750 Kw. Anche qui, come nella stazione di Niagara Falls, le sbarre ad alta tensione sono prossime al soffitto, si hanno due serie di sbarre su cui si possono portare le linee in arrivo e in partenza con appositi interruttori e commutatori. Dei quattro trasformatori uno fa da riserva agli altri tre. Le barre a 13200 volt alimentano, come a Niagara Falls, i trasformatori che forniscono l'energia necessaria alla illuminazione e agli altri servizi interni della centrale. Esse alimentano pure 3 trasformatori da 75 Kw isolati con olio senza raffreddamento artificiale i quali abbassano il voltaggio da 13200 a 2200 per servire la città di Dundas. Tutte queste varie connessioni sono munite di numerosi interruttori comandati e automatici.

Le varie operazioni sono fatte dalla camera del controllo situata a una estremità della galleria degli interruttori ad alta tensione nella quale sono posti i quadri di comando e controllo e gli uffici. Come alla stazione di Niagara Falls il comando è fatto con corrente continua a 110 volt. Di qui si manda energia ai vari circuiti e si distribuisce l'energia all'interno della stazione per luce e forza. Salvo poche eccezioni tutto il macchinario di questa centrale e di quella di Niagara Falls è dovuto alla « Canadian Westinghouse Company ».

La stazione è progettata per permettere l'aggiunta di un altro gruppo di 3 trasformatori coi relativi interruttori.

Stazione di Toronto. — Questa stazione è divisa in 3 sezioni lunghe quanto il fabbricato e cioè la sezione degli apparecchi ad alta tensione, quella dei trasformatori e quella degli apparecchi a bassa. L'equipaggiamento della linea ad alta tensione è simile a quello della stazione di Dundas. L'impianto dei trasformatori comprende 2 gruppi di 3 trasformatori uniti a stella nel circuito ad alta tensione e a triangolo in quello a bassa. Ogni trasformatore ha la potenza di 1250 Kw e abbassa la tensione a 13200 volt. Anche qui si hanno due gruppi di barre a bassa tensione e sia i trasformatori che le linee in partenza si possono mettere sull'uno o sull'altro dei gruppi. Le barre a bassa tensione alimentano un gruppo di 3 trasformatori a triangolo da 115 Kw ognuno che abbassano la tensione a 125 volt per i servizi interni della centrale. Dalle barre a bassa tensione partono i feeder che formando un circuito chiuso vanno ad alimentare le 5 sottostazioni municipali mediante cavi sotterranei.

In queste stazioni il potenziale si abbassa a 2200 volt.

Il comando di tutti gli interruttori si fa da apposito quadro a bassa tensione; l'impianto per la circolazione dell'olio è simile a quello delle altre centrali; anche qui si hanno pompe, compressori e motori di riserva. L'acqua viene presa dal lago Ontario con un condotto che si estende 500 piedi dentro il lago.

Stazioni di Guelf, Preston, Berlin, St. Mary's, Woodstock e Port Credit. — L'equipaggiamento della parte ad alta tensione è simile a quello delle altre centrali descritte. Tutte le linee in arrivo e in partenza contengono scaricatori elettrolitici, si hanno sempre i soliti interruttori automatici e comandati. Ogni stazione comprende un gruppo di tre trasformatori accoppiati a stella e triangolo come sopra e un trasformatore di riserva che può essere rapidamente sostituito ad uno dei precedenti in caso di guasto. La capacità di ogni trasformatore è di 750 Kw eccetto quelli di Port Credit che hanno una capacità di 1250 Kw. La tensione secondaria, fatta eccezione per Preston, è di 13200 volt; a Preston fu adottata la tensione di 6600 essendo il suo massimo raggio di azione di 6 miglia. L'equipaggiamento della parte a bassa tensione è simile per tutte queste centrali, l'unica differenza sta nel numero dei feeder in partenza. Si ha in questa stazione un solo sistema di barre a bassa che con interruttori comandati e automatici sono unite ai feeder in partenza: si sono finora previsti 6 feeder per centrale e Preston, Berlin e Woodstock già usufruiscono di tutti e 6. Il controllo e i servizi interni si fanno come nelle centrali già descritte; qui però manca la batteria di accumulatori. L'impianto per la circolazione dell'acqua è anche qui doppio salvo quando serve l'impianto cittadino.

Stazione di London. — Questa stazione oltre che appartenere a un circuito chiuso dà principio a un ramo a 110000 volt che va a St. Thomas, però il materiale elettrico è praticamente simile a quello che si ha nelle altre centrali. Si hanno 4 interruttori a 110000 volt e sei a 13200 tutti a comando elettrico. La centrale è fornita di un gruppo di 3 trasformatori da 1250 Kw ognuno e di un trasformatore di riserva; quattro feeder forniscono l'energia alla città di London e alle altre stazioni distribuite nella provincia.

Stazione di St. Thomas. — Quando l'impianto sarà al completo questa stazione apparterrà a un circuito chiuso, per ora però è una stazione capo-linea e quindi non vi sono circuiti ad alta tensione in partenza, del resto la disposizione è simile a quella che si ha nelle altre centrali e, specialmente nel circuito a bassa, non vi è nessuna differenza.

Esercizio. — Essendo la centrale di Dundas al centro di tutto il sistema essa contiene la stazione di controllo di tutto il sistema. quivi si trova il capo del servizio telefonico coi suoi assistenti e da qui si distribuisce il carico alle altre centrali. Questi telefonisti sono in continuo rapporto con quelli delle altre stazioni con un telefono privato appositamente installato. In caso di guasti ad una sezione si può toglierla dal circuito e dare lo stesso energia a tutte le centrali coll'opportuna manovra degli interruttori fatta a Dundas. La stazione di Dundas è pure, con un doppio telefono, in continua comunicazione colla centrale di Niagara Falls da cui, come si è visto, proviene tutta l'energia.

Il personale telefonico comprende il capo, i suoi assistenti e 2 aiuti a Dundas, e 3 telefonisti in ognuna delle altre stazioni eccetto Niagara Falls e Toronto dove se ne hanno cinque.

Trasmissione a bassa tensione. — Come si è già detto le stazioni ad alta tensione con una linea a 13200 o 6600 volt portano l'energia ai luoghi di consumo: quando è possibile questa linea segue parallelamente la linea ad alta tensione.

I pali di questa trasmissione si misero in media alla distanza di 120 piedi (37 m. circa) arrivando in qualche caso a 250; la loro altezza è di circa 40 piedi di cui sei, (nei pali d'angolo 7 e 7 1/2 a seconda del terreno), sono immersi nel suolo. Quando poi il terreno era molto sciolto si dovette ricorrere a fondazioni in massi di cemento. Si usarono pali di cedro dell'Idaho e del Canada del diametro di $14 \div 20$ pollici ($35 \div 50$ cm.) in basso e $7 \div 8$ in alto; essi venivano preparati in cantiere e imprugnati alla base con uno speciale composto preservativo noto in commercio col nome di « Solignum »: i bracci trasversali erano di abete giallo imbevuto di creosoto.

Gli isolatori erano di porcellana a doppia campana: prima di essere usati erano sottoposti asciutti a una tensione di 45.000 volt per 15 minuti; e bagnati, avendoli sottoposti a un getto d'acqua corrispondente a una pioggia di 1/2 pollice per minuto e sotto un angolo di 45°, a una tensione di 34000 volt per 15 minuti: entrambe le prove dovevano essere sopportate senza danni: dette prove venivano fatte nella stazione di Niagara Falls. Gli isolatori venivano montati su legno di abete e bullonati ai bracci trasversali. I pali erano messi in opera da una squadra di $10 \div 20$ uomini, seguita da un'altra che adattava gli isolatori ai bracci trasversali e questi ai pali, e metteva a posto, alla estremità superiore dei pali, il filo di terra. Veniva quindi un'altra squadra che tendeva i 3 cavi e, data alla freccia il suo giusto valore, legava i cavi agli isolatori e metteva quindi a posto i fili del telefono. Si usarono cavi di alluminio di sette trefoli N. 1, 2, 0, 00, 000, 0000 della B. S. secondo il carico e la lunghezza della linea. I pali sono fatti per reggere 2 terne di cavi trifasi, il filo di terra e il circuito telefonico sebbene, in qualche caso, sia stata per ora, messa in opera una sola terna. Il filo di terra è formato da una treccia di ferro galvanizzato di 7 trefoli di 1/4 di pollice di diametro ed è fissato alla sommità del palo con un attacco speciale a distanza di 3 piedi e 8 pollici dal più alto braccio della trasmissione.

I fili del telefono sono di ferro ricoperti di rame N. 8 e 10 B. S. e sono portati da mensole speciali fissate ai pali.

I pali di angolo sono rinforzati; il maggior angolo riscontrato è stato di 45°.

Tutti gli incroci sono protetti con rete di ferro attaccata ai bracci trasversali, negli incroci poi con strade ferrate si usano pali rinforzati, abbinati e legati assieme tra i bracci che portano il circuito di forza e quelli che portano il filo del telefono e di più sono tenute minori le campate adiacenti: questo è fatto per attenersi alle norme stabilite dal « Dominion Railway Board ».

Attualmente la linea a bassa tensione è di 176 miglia e si hanno in opera 8252 pali.

Telefono. — Una stessa rete telefonica, come si è detto, unisce le varie sottostazioni tra loro e alle stazioni municipali in modo da poter

avere tutte quelle comunicazioni che l'esercizio può richiedere. Nei tratti ad alta tensione (110000 volt) il circuito telefonico è portato da pali separati e corre parallelo al circuito di forza: nei tratti a bassa tensione è portato dagli stessi pali della trasmissione per mezzo di bracci speciali a 5 piedi al di sotto del più basso di quelli che portano la trasmissione propriamente detta. L'alto voltaggio usato per la trasmissione disturbava eccessivamente le comunicazioni telefoniche; onde, dopo parecchi tentativi, si dovette ricorrere a un mezzo di protezione particolare inventato e brevettato dagli ingegneri addetti ai lavori; con esso si ebbero risultati soddisfacenti.

Per terminare diremo che la 1ª sezione terminata fu quella tra Dundas e Berlin la quale fu provata nel settembre 1910 a ben 165000 volt. La cerimonia inaugurale si tenne in Berlin l'11 ottobre 1910 essendo stata questa la prima città della provincia a ricevere l'energia elettrica trasmessa da una distanza di più di 100 miglia a 110000 volt. Le altre sottostazioni sono state messe in esercizio rispettivamente alle seguenti date: Dundas, settembre, 1910; Preston, Guelph e Woodstock, novembre 1910; London e Stratford dicembre 1910; St. Mary's, gennaio 1911; St. Thomas, febbraio 1911; Toronto, marzo 1911; Port Credit, giugno 1911; ed hanno funzionato, si può dire senza interruzione, fino ad oggi.

G. M.

C. EGNER: *Nuovi metodi per la saldatura dei fili delle linee elettriche.* — (E. T. Z. — 25 gennaio 1912).

L.A. descrive un procedimento di saldatura, ideato da lui e dal Ljungqvist, che ha dato ottimi risultati.

Le estremità dei conduttori da saldare debbono essere accuratamente pulite e cosparse di fondenti adatti (cloruro di zinco, acido cloridrico, ecc.) vengono in seguito introdotte le une accanto alle altre in un tubo da saldare a sezione ovale che è formato da un nastro di rame stagnato avvolto a spirale; sul tubo si avvolge una foglia di saldatura e poi una foglia di alluminio. Sulla foglia di alluminio si colloca allora un *riscaldatore* speciale, a forma di manicotto, costituito da un involucro della stessa sostanza impiegata per la fabbricazione di certi zolfanelli. Accendendo questo *riscaldatore* esso brucia rapidamente provocando la fusione delle foglie di saldatura, che attraverso gli spazi fra spira e spira del nastro di rame giunge a contatto dei fili e li salda completamente fra di loro e al nastro di rame che vi è avvolto intorno. Scopo della foglia di alluminio, che viene tolta facilmente dopo eseguita l'operazione (perchè l'alluminio come è noto non è suscettibile di saldatura con i mezzi ordinari) per essere impiegata in altre operazioni, è quello di assicurare il riscaldamento *uniforme* del tratto giuntato e di impedire ai gas che si sono sviluppati durante la combustione del riscaldatore di venire a contatto con le parti da saldare. — Del resto il riscaldatore descritto può essere sostituito, se lo si trova conveniente, da una lampada da saldare usuale.

Mediante varianti semplici, che l'A. illustra con opportune figure, sono facilmente giuntabili con questo sistema dei fili grossi e sottili, delle striscie, delle corde metalliche, ecc.

La resistenza meccanica dei giunti ottenuti con questo sistema si è mostrata notevolmente superiore a quella dei giunti ottenuti per saldatura con metodi diversi.

U. B.

Misure.

WATTOMETRO DUDELL-MATHER *per la misura delle perdite nei dielettrici sottoposti a tensioni assai elevate.* — (The Electrician, 12 gennaio 1912).

Dato lo sviluppo crescente delle trasmissioni elettriche sotterranee ad alta tensione ha oggi notevole importanza lo studio delle perdite di energia che si verificano nei dielettrici sottoposti a tensioni alternate alte. Una delle principali difficoltà che si incontrano in queste misure sta nel fatto che nei buoni cavi il fattore di potenza è piccolissimo (da $0.02 \div 0.03$); occorrono perciò wattometri molto sensibili e capaci di sopportare grandi sopracarichi.

In questo articolo dell'Electrician è descritto ed illustrato con numerose figure un wattometro studiato da Duddell e Mather, appunto in vista delle accennate misure, che è del tipo dinamometrico, con riporto a zero dell'indice.

Sono state prese precauzioni speciali per evitare gli effetti delle azioni elettrostatiche che potrebbero falsare notevolmente le letture, dato che si voglia operare con tensioni vicine ai 30.000 volt. Il wattometro propriamente detto è difatti rinchiuso in una cassetta di legno rivestita internamente di lamiera metallica; la cassetta è a sua volta contenuta dentro una gabbia di vetro. — La vite di torsione dell'apparecchio è manovrabile dall'esterno per mezzo di una trasmissione meccanica a ruote dentate costruite completamente in ebanite.

Due modelli di questo apparecchio costruiti per tensioni massime di 30.000 volt e per correnti massime rispettivamente di 5 e da 50 ampere, sono stati provati con ottimi risultati al National Physical Laboratory di Londra.

U. B.

R. T. GLAZEBROOK, W. R. BOUSFIELD, F. E. SMITH. *L'effetto termico delle correnti nelle misure di precisione della resistenza elettrica.* — (The Electrician, 5 gennaio 1912, pag. 521).

In precedenti esperienze condotte dagli A. A., fu notato che un filo di manganina, immerso in un bagno refrigerante di olio, mostrava un aumento di resistenza maggiore di quello che non fosse in accordo con le condizioni di raffreddamento nelle quali si operava; e, poichè il pas-

saggio della corrente produceva un effetto simile a quello prodotto da un aumento di temperatura, si propose di chiamare *termoide* quest'effetto; esso fu riscontrato similmente su fili di platino: l'aumento di temperatura risultò approssimativamente proporzionale al quadrato della corrente ed inversamente al raggio del filo.

Si poneva così la questione di sapere se l'aumento di resistenza fosse dovuto esclusivamente a un aumento di temperatura o anche a qualche altro effetto della corrente, questione importantissima per le misure elettriche di precisione.

La variazione di resistenza dovuta al riscaldamento prodotto dalla corrente si calcola facilmente conoscendo il coefficiente di temperatura e l'emissività termica del conduttore. Con grande approssimazione si può ritenere che l'aumento di temperatura di un conduttore percorso da corrente, quando non eccede 40° sia dato dalla relazione:

$$\Theta = \frac{0,038 i^2 R}{L r h}$$

dove:

R è la resistenza del filo;

L la lunghezza, in cm.;

r il raggio, in cm.;

Θ la differenza di temperatura tra il filo e gli oggetti circostanti, quando è raggiunto lo stato di regime;

h l'emissività termica media della superficie del filo, in calorie, per secondo.

Lasciando invariate le altre condizioni, e facendo passare pel filo la corrente i , esso assume la resistenza:

$$R_{(i)} = R_0 [1 + \alpha (i^2) + \beta (\alpha i^2)^2]$$

dove:

$$\alpha = 0,038 \frac{R_{(i)}}{L r h}$$

ed α e β sono costanti. Per decidere poi se esistano anche altri effetti della corrente, il che darebbe luogo nell'equazione a un termine nella forma $\gamma (i^2)^2$ occorre calcolare α , e ciò si è fatto misurando la temperatura a cui perveniva il filo percorso da corrente di nota intensità. Gli A. A. hanno adottata la seguente disposizione che permette di misurare contemporaneamente resistenza e temperatura del filo in esperimento. Questo è fissato agli estremi a due morsetti e verso la parte media è te-

nuto teso da un altro filo di bronzo fosforoso, normale ad esso ; questo secondo filo all'altro capo è saldato ad una puleggina intorno alla quale si avvolge con poche spire ; alla puleggina è solidale uno specchietto ; la forza antagonista alla tensione del filo è l'elasticità di una molla.

Nelle esperienze degli A. A. il saggio era un filo di ferro accuratamente ricotto col farvi passare per un'ora una corrente molto forte che veniva poi indebolita lentissimamente. L'apparecchio veniva tarato mediante bagni di acqua a diverse temperature ; nella disposizione dell'esperienza a 1 C. corrispondeva una deviazione di mm. 2,1 sulla scala dello specchietto. La resistenza veniva misurata mediante una comune disposizione a ponte di Wheatstone, usando resistenze di manganina sugli altri tre lati. Contemporaneamente veniva misurata la temperatura mediante le deviazioni dello specchietto.

Dalle esperienze così condotte, gli A. A. concludono che il riscaldamento del filo prodotto dalla corrente è la sola cagione dell'aumento di resistenza osservato. Quando però misure di resistenza vengono condotte su fili non sufficientemente ricotti, elevandosi la temperatura del filo possono generarsi delle variazioni temporanee o permanenti di resistenza specifica. Effetti molto simili possono essere dati da cicli di temperatura. Tali variazioni sono piccolissime con fili ben ricotti.

Si ripeterono le esperienze su vari fili; per due di essi si giunse fino al punto di fusione, determinato in glicerina calda su saggi perfettamente eguali, inserendo il filo in un circuito nel quale si elevava la corrente fino a che lo si faceva fondere e tenendolo immerso o in aria o in olio di paraffina bene agitato ; si constatò che potevano verificarsi delle notevoli differenze di temperatura fra il filo e l'ambiente anche se il bagno era tenuto accuratamente in agitazione.

Si fecero anche esperienze su fili di manganina e di argento platinato. Si ricavarono delle curve le quali mostrano che, per scale convenientemente scelte, la curva della resistenza in funzione della temperatura in ogni caso coincideva praticamente con quella della resistenza in funzione di $i^2 R$ in una medesima linea retta ; che h è alquanto maggiore per i fili piccoli che non per i grandi e cresce leggermente con la temperatura ; il suo valore medio per fili nudi è risultato 0.03 in una serie di esperienze e 0.062 in altra serie ; tale differenza pare dovuta in piccola parte a differenti qualità di olio di paraffina usate nei due casi, ma certo dipende principalmente da una più energica agitazione dell'olio in quei casi nei quali il valore di h risultò maggiore. L'importanza di un raffreddamento energetico si rileva dai seguenti risultati, che si riferiscono a un saggio di filo di rame del diametro di cm. 0.03.

	Resistenza
con agitazione normale	1,0038
» » fortissima	1,0127
senza agitazione.	1,0173

Se i fili invece che essere nudi erano ricoperti di isolanti, il riscaldamento, come si prevedeva, risultava molto maggiore.

Infine gli A. A. fanno qualche osservazione sull'importanza dell'effetto termico delle correnti nelle misure elettriche di precisione. Per tali misure evidentemente esso è importante, specie se si tratta di conduttori con coefficienti di temperatura alti. Per paragonare campioni di resistenza, l'effetto termico della corrente qualche volta è trascurato; specialmente, ad es., quando si usa il metodo del ponte, talvolta si crede erroneamente di poter usare correnti forti, per il fatto che le correnti passano per tempi brevi nelle resistenze; in tal modo appunto non si tien conto dell'effetto termico.

In appendice il Bousfield discute la relazione fra il fenomeno in questione e il raggio del filo; per determinarla, egli usò un filo saldato agli estremi a grossi elettrodi di rame e tenuto leggermente teso longitudinalmente in un tubo di vetro percorso da una corrente refrigerante di acqua. Dalle esperienze fatte con tale disposizione, il Bousfield crede di poter concludere che l'emissività di un filo rotondo in contatto con un liquido refrigerante, a parità di altre condizioni, è inversamente proporzionale alla radice quadrata del raggio.

M. M.

Telegrafia e Telefonia.

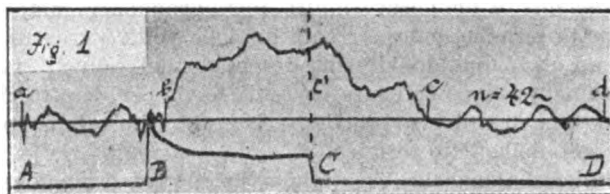
BELA-GATI: *Vi è allungamento dei segnali nella telegrafia con correnti alternate?* — (Elek. und Masch. b. — Vienna - 15 ott. 1911).

Fu nel 1853 che si parlò per la prima volta di riunire l'Europa all'America con un cavo sottomarino: sorsero subito dei critici (Babinet) che si rifiutarono di prendere sul serio il progetto, dimostrando l'impossibilità della comunicazione che pure oggi funziona regolarmente. Critiche di questo genere sono state mosse di recente alle idee del Bela-Gati relative alla possibilità di una telegrafia rapida attraverso i cavi; tanto che i cavi più recenti (Germania-America del Sud; Inghilterra-Stati Uniti) sono stati progettati e posati senza tener conto di questi studi dell'A.

Una delle critiche più ripetute a proposito dei tentativi di telegrafia rapida attraverso i cavi è che i segnali si confondono gli uni con gli altri al di sopra di una certa velocità di trasmissione. Ora l'A. ha constatato sperimentalmente che questa confusione di segnali si produce bensì se nella trasmissione si fa uso di correnti continue; ma *non si produce se si fa uso di correnti alternate*. Del resto l'A. osserva che la teoria non prevede per le correnti alternate alcun prolungamento dei segnali per il fatto della capacità dei cavi.

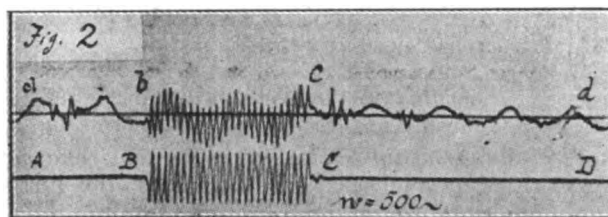
L'A. ha fatto una serie di esperienze sopra linee aeree e cavi di costanti diverse con correnti continue ed alternate; ed ha costantemente rilevato, mediante due oscillografi, la curva della corrente in partenza e quella in arrivo. La fig. 1 è relativa ad una trasmissione con *corrente continua* attraverso una linea aerea in filo di ferro da 5 mm. di diametro e della lunghezza di 360 Km., senza stazioni intermedie. La curva A B C D rappresenta la corrente in partenza (B C segnale); la curva

$a b c d$ rappresenta la corrente in arrivo. La durata del segnale anziché essere $b c'$ è bc , cioè l'allungamento è di circa il 60 %, inoltre la curva



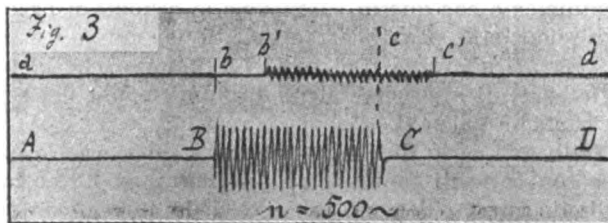
della corrente in arrivo presenta delle ondulazioni periodiche regolari che sono dovute a correnti indotte ($n = 42$ periodi) da linee di trasmissione vicino alla linea telegrafica sperimentata.

La fig. 2 rappresenta i due oscillogrammi corrispondenti invece alla trasmissione sulla stessa linea telegrafica, di un segnale mediante cor-



rente alternata della frequenza $n = 500$. Si vede che il prolungamento del segnale è insensibile malgrado la durata del segnale sia piccola. — Dal numero delle alternazioni si rileva che essa è circa $\frac{1}{20}$ di secondo.

La fig. 3 rappresenta finalmente gli oscillogramma relativi alla trasmissione di un segnale di $\frac{1}{20}$ di secondo attraverso una linea della lunghezza complessiva di 2120 Km. aventi i fili di andata e ritorno paralleli e sugli stessi pali, sempre relativi all'impiego di corrente alternata



per i segnali ($n = 500$). — Si vede come il segnale all'arrivo ($b' c'$) sia semplicemente in ritardo sul segnale in partenza (BC) e come l'intensità

della corrente all'arrivo sia piuttosto piccola; ma *la durata del segnale* (b' c') è *pressochè costante*. La linea alla quale si riferisce la fig. 3 aveva le seguenti costanti:

Lunghezza totale Km. 2120;

Filo di bronzo da 4 mm. di diametro;

$$r = 2,8 \text{ ohm} / \text{km.}$$

$$L = 1,43 \cdot 10^{-3} \text{ henry} / \text{km.}$$

$$C = 12 \cdot 10^{-9} \text{ farad} / \text{km.}$$

L'A. svolge in seguito alcune considerazioni che spiegano questo diverso comportamento delle correnti continue e di quelle alternate per ciò che è allungamento dei segnali; e conclude ritenendo possibile la telegrafia rapida con dei cavi sottomarini aventi una autoinduzione di 10^{-2} henry per chilometro.

U. B.



N. 6.**INDICE**

**dei più importanti articoli pubblicati nei periodici posseduti
dalla Biblioteca Centrale**

(Vedi elenco delle abbreviazioni usate per i periodici a pag. 93 del fascicolo 1.º)

Accumulatori e pile.

- *Sull'efficienza degli accumulatori.* — W. HIBLERT. — (El. Rev., L., 5 genn. 1912, Vol. 70, N. 1780, pag. 6).

Applicazioni diverse.

- *La saldatura elettrica.* — F. MARRE. — (Cos., P., 4 genn. 1912, Vol. 61, N. 1406, pag. 12).
- *L'elettricità nell'agricoltura.* — KAREIS. — (Elek., W., 25 genn. 1912, Vol. 31, N. 2, pag. 13).
- *Azionamento elettrico delle macchine per la canalizzazione della Vistola.* — J. WEINGRÜN. — (El. u. Masch., W., 21 genn. 1912, Vol. XXX, N. 3, pag. 56).
- *Comando elettrico nelle stamperie.* — A. CEYTRE. — (Ind. El., P., 25 novembre 1911, Vol. 20, N. 478, pag. 581).
- *Le applicazioni dell'elettricità alla navigazione: Il riscaldamento elettrico.* — H. MARCHAND. — Cos., P., 8 febr. 1912, anno 61, N. 1411, pag. 157).

Argomenti diversi.

- *Gli effetti fisiologici delle correnti elettriche in relazione alla sicurezza personale.* — V. BARASSI. — (Riv. Tec. d'El., 4 genn. 1912, anno 1912, N. 1551, pag. 3).
- *La stigmatipia; un nuovo metodo di stampa.* — H. STRECKER. — (Z. El. ch., H., 1 genn. 1912, Vol. 18, N. 1, pag. 18).
- *Valore comparativo dell'energia idraulica e del vapore per lo sviluppo dell'elettricità.* — A. C. DUNHAM. — (El. W., N. Y., 6 genn. 1912, Vol. 59, N. 1, pag. 38).

- *Precauzioni contro il fuoco.* — A. J. STUBBS. — (Tl., L., 19 genn. 1912, Vol. LXVIII, N. 15, pag. 589).
- *Elettricità e gas.* — E. NIKANDER. — (E. T. Z., 4 genn. 1912, Vol. 33, N. 1, pag. 11).
- *L'acquedotto Nicolay di Genova e la sterilizzazione delle acque per uso potabile mediante l'ozono.* — (A. FUMAGALLI. — (Riv. Tec. d'El., 1 febr., 1912, N. 1555, pag. 72).
- *Il laboratorio elettrico del Heriot Watt College di Edimburgo.* — F. G. BAILY. — (El., L., 5 genn. 1912, Vol. LXVIII, N. 13, pag. 516).
- *Sopra un poco noto sistema di costruzione in cemento armato.* — A. CASTIGLIONI. — (El. R., 1 febr., 1912, anno XXI, N. 3, pag. 36).
- *Le disposizioni di legge sulla produzione e distribuzione dell'energia elettrica in Austria.* — H. SCHREIBER. — (Elek., W., 10 febr. 1912, Vol. 31, N. 3, pag. 25).

Elettrochimica e Elettrotermica.

- *Sulle proprietà magnetiche degli acciai al manganese e al nichel.* — S. HILPERT e W. MATHESIUS. — (Z. El. ch., H., 15 genn. 1912, Vol. 18, N. 2, pag. 54).
- *Le applicazioni elettriche della metallizzazione, sistema Schoop.* — F. LOPPÉ. — (Ind. El., P. 10 febbraio 1912, anno 21, N. 483, pag. 65).
- *Ricerche sulla costante dielettrica e sul potere rifrangente a lunga onda di miscugli binarii.* — A. SCHULZE. — (Z. El. ch., H., 1 febr. 1912, Vol. 18, N. 3, pag. 77).

Elettrofisica.

- *Il comportamento elettrico delle leghe Heusler in un campo magnetico.* — L. O. GRONDAHL e S. KARRER. — (Ph. Rev., N. Y., dic. 1911, Vol. XXXIII, N. 6, pag. 531).
- *Nota sulle onde dell'acqua prodotte dall'elettricità.* — F. PALMER. — (Ph., Rev., N. Y., dic. 1911, Vol. XXXIII, N. 6, pag. 528).
- *Conducibilità ed isteresi fotoelettrica di miscele isomorfe solfo-selenio e selenio-tellurio.* — L. AMADUZZI e M. PALOA. — (N. C., genn. 1912, anno LVIII, N. 1, pag. 6).
- *Nuove osservazioni e ricerche su speciali scariche elettriche.* — L. AMADUZZI. — (N. C., genn. 1912, anno LVIII, N. 1, pag. 51).
- *Effetto Hallwachs e fototropia.* — L. AMADUZZI e M. PADOA. — (N. C. genn. 1912, anno LVIII, N. 1, pag. 41).
- *Il fenomeno di Wiedemann in fili sottili di acciaio al silicio.* — T. GNESOTTO e S. BREDI. — (N. C., genn. 1912, anno LVIII, N. 1, pag. 5).
- *Onde elettriche corte e onde calorifiche lunghe.* — P. OWEN. — (El., L., 5 genn. 1912, Vol. LXVIII, N. 13, pag. 504).

Generatori elettrici.

- *Resistenza ad acqua galleggiante per prove di carico di grandi alternatori.* — G. SARTORI. — (El., R., 15 genn. 1912, Vol. XXI, N. 2, pag. 17).

- *Fenomeni elettromagnetici nella brusca chiusura di un alternatore in corto circuito.* — G. BOUCHEROT. — (Riv., Tec., d'El., 1 febr., 1912, N. 1555, pag. 70).

Illuminazione.

- *Dinamo per l'illuminazione di vetture automotrici stradali.* — J. D. MORGAN. — (El., L., 19 genn. 1912, Vol. LXVIII, N. 15, pag. 580.)
- *Nuovo tipo di flussometro.* — E. H. MURPHY e U. A. OSCHWALD. — (El., L., 19 genn. 1912, Vol. LXVIII, N. 15, pag. 583).
- *Fotometria delle lampade a vapori di mercurio.* — J. C. POLE. — (Z. Bel. w., B., 30 genn. 1912, Vol. XVIII, N. 3, pag. 26).
- *Alcuni fattori nella fotometria eterocromatica.* — L. BELL. — (El. W., N. Y., 27 genn. 1912, Vol. 59, N. 4, pag. 201).
- *Sulla diffusione della luce.* — J. R. CRAVATH. — (El. W., N. Y., 13 gennaio 1912, Vol. 59, N. 2, pag. 104).
- *Illuminazione indiretta con lampade ad arco.* — J. ECK. — (Ill. Eng., L., genn. 1912, Vol. V, N. 1, pag. 18).
- *Nuovo apparecchio per la misura dell'intensità luminosa e d'illuminazione.* — J. S. DOW e V. H. MACKINNEY. — (Ill. Eng., L. genn 1912, Vol. V, N. 1, pag. 12).
- *Piccolo fotometro universale.* — CLAYTON H. SHARP e PRESTON S. MILLAR. — (Ill. Eng., L., genn 1912, Vol. V, N. 1, pag. 7).
- *Nota sulla misura degli angoli solidi.* — S. P. THOMPSON. — (Ill. Eng., L., genn. 1912, Vol. V, N. 1, pag. 15).
- *Illuminazione elettrica dei treni.* — R. T. SMITH. — (Ill., Eng., L., genn. 1912, Vol. V, N. 1, pag. 20).
- *L'illuminazione dal punto di vista igienico.* — A. MOELLER. — (Ill. Eng., L. febr. 1912, Vol. V, N. 2, pag. 57).
- *Misure fotometrica di piccolissime intensità luminose.* — L. BELL. — (Z. Bel. w., B., 20 genn. 1912, Vol. XVIII, N. 2, pag. 13).
- *Sul valore igienico dell'illuminazione a gas.* — E. ZOMPARELLI. — (El. R., 1 genn. 1912, Vol. XXI, N. 1, pag. 5).
- *Dispositivo per le prove sulle lampade.* — H. R. TAUNTON. — (El. Rev., L., 5 genn. 1912, Vol. 70, N. 1780, pag. 7).
- *L'effetto delle lampade a globo smerigliato sulla distribuzione della luce.* — A. SCHEIBLE. — (El. W., N. Y., 30 dic. 1911, Vol. 58, N. 27, pag. 1609).

Impianti.

- *Note sugli impianti isolati.* — P. R. MOSES. — (Am. Inst. E. E., Volume XXXI, N. 1, genn. 1912, pag. 67).
- *Sull'esecuzione degli impianti privati nelle reti di distribuzione.* — M. MARCHAND. — (Ind. El., P., 10 genn. 1912, anno 21, N. 481, pag. 12)
- *Il primo impianto europeo a 110.000 volt.* — A. SOULIER. — (Ind. El., P., 10 genn. 1912, anno 21, N. 481, pag. 8).
- *L'energia elettrica per il canale di Panama* — J. G. LEIGH. — (El. Rev., L., 12 genn. 1912, Vol. 70, N. 1781, pag. 45).

- *Distribuzione d'energia a Keighley.* — H. WEBBER. — (El. Rev., L. 5 genn. 1912, Vol. 70, N. 1780, pag. 18).
- *Il primo grande impianto elettrico nel Granducato di Lussemburgo.* — J. P. MANTERNACH. — (El. Krb. Ba., Mü., 4 genn. 1912, Vol. X, N. 1, pag. 1).
- *Perdite nelle trasmissioni dovute alla corona.* — H. GÖRGES, P. WEIDING e A. JAENSCH. — (El., L., 2 febr. 1912, vol. LXVIII, N. 17, pag. 666).
- *Misura dell'isolamento e della capacità contro terra di una linea ad alta tensione.* — M. BUFFA. — (El., R., 1 genn. 1912, Vol. XXI, N. 1, pagina 9).
- *Costruzione ed impiego degli interruttori automatici.* — E. RAGONOT. — (Riv. Tec. d'El., 25 genn. 1912, Vol. 1554, pag. 51).
- *Reti sotterranee collegate a linee aeree.* — F. GROSSELIN. — (Riv. Tec. d'El., 18 genn. 1912, N. 1553, pag. 37).
- *Marcia simultanea di centrali alimentanti una stessa linea.* — G. SEMENZA. — (Riv. Tec. d'El., 1 febb. 1912, N. 1555, pag. 76).
- *Delle sopraelevazioni di tensione nei circuiti elettrici.* — G. DALL'ACQUA. — (Riv. Tec. d'El., 1 febr. 1912, N. 1555, pag. 67).
- *La distribuzione dell'energia a Londra e New York.* — M. TAPPLEY. — (El. Rev., L., 2 febr. 1912, Vol. 70, N. 1784, pag. 163).
- *Trattazione analitica di alcuni casi di conduttori in parallelo.* — J. KUHN. — (El. u. Masch., W., 4 febr. 1912, Vol. XXX, N. 5, pag. 93).
- *Il primo trasporto di forza in Europa a 100.000 volt.* — L. PATRIARCA. — (El., R., 1 febr. 1912, anno XXI, N. 3, pag. 33).
- *Sulla commutazione.* — NIETHAMMER. — (El. u. Masch., W., 11 febr. 1912, Vol. XXX, N. 6, pag. 113).

Materiali.

- *Prove dei cavi sott'acqua.* — V. PLAUER. — (E. T. Z., 4 genn. 1912, Vol. 33, N. 1, pag. 7).
- *L'influenza della vernice sull'arrugginire del ferro.* — E. LIEBREICH e F. SPITZER. — (Z. El. ch., H., 1 febr. 1912, Vol. 18, N. 3, pag. 94).
- *Pali di legno e cemento per trasmissioni elettriche.* — W. MANKTELOW. — (El. Rev., L., 2 febr. 1912, Vol. 70, N. 1784, pag. 193).

Metodi e strumenti di misura.

- *Elettometro universale per potenziali piccoli e grandi.* — A. PIZZARELLO. — (N. C., genn. 1912, anno LVIII, N. 1, pag. 30).

Motori elettrici.

- *Metodo economico per il regolaggio della velocità dei motori trifasici.* — G. MEYER. — (El., L., 2 febr. 1912, Vol. LXVIII, N. 17, pag. 671).
- *Costanti del motore ad induzione.* — A. MILLER GRAY. — (El. W., N. Y., 30 dic. 1911, Vol. 58, N. 27, pag. 1599).

- *Lo sviluppo del diagramma circolare per motori ad induzione trifasici.* — T. F. WALL. — (El. L. 5 genn. 1912, Vol. LXVIII, N. 13, pag. 500).
- *Reattanza sincrona e asincrona.* — J. REZELMANN. — (El., L., 12 genn. 1912, Vol. LXVIII, N. 14, pag. 550).

Motori primi.

- *Sviluppo recente delle turbine a vapore.* — K. BAUMANN. — (El., L., 2 febr. 1912, Vol. LXVIII, N. 17, pag. 662).

Radiotelegrafia e radiotelefonìa.

- *La telegrafia senza fili sulla costa atlantica degli Stati Uniti.* — J. L. CHARLTON. — (El. W., N. Y., 27 genn. 1912, Vol. 59, N. 4, pagina 196).
- *L'influenza della luce solare e delle montagne sulla radiotelegrafia.* — P. SCHWARZHAUPT. — (E. T. Z., 28 dic. 1911, Vol. 32, N. 2, pag. 1313).
- *I ripetitori automatici in telegrafia e telefonia senza fili.* — A. MARINO. — (Riv. Tec. d'El., 18 genn. 1912, N. 1553, p. 46).
- *Il funzionamento del detector nella radiotelegrafia.* — L. H. HARRIS e J. L. HOGAN. — (El. W., N. Y., 30 dic. 1911, Vol. 58, N. 27, pag. 1602).

Telegrafia, telefonia e segnalazioni.

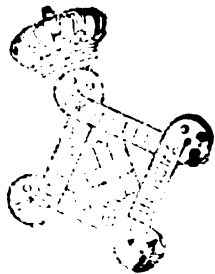
- *Nuovo sistema per la trasmissione delle immagini a distanza.* — A. MARINO. — (Riv. Tec. d'El., 25 genn. 1912, N. 1554, pag. 158).
- *La trasformazione e l'innovazione del telegrafo stampante Bandot col raddoppiamento dei suoi settori e con l'abolizione della corrente di riposo.* — A. BIANCO. — (El. R., 15 genn. 1912, Vol. XXI, N. 2, pag. 18).
- *Telefonia automatica.* — E. ZOMPARELLI. — (El., R., 1 febr. 1912, anno XXI, N. 3, pag. 44).
- *Nuovo sistema per la trasmissione a distanza delle fotografie e delle immagini.* — A. MARINO. — (El., R., 1 febr. 1912, anno XXI, N. 3, pagina 39).

Trasformatori e convertitori.

- *Note sulla costruzione dei trasformatori statici.* — HENRY. — (Ind. El., P., 10 genn. 1912, anno 21, N. 481, pag. 5).
- *Il raffreddamento dei trasformatori di media potenza.* — S. P. CLERICI. — (A. E. T., nov. 1911, Vol. XV, N. 11, pag. 961).
- *Note sulla costruzione dei trasformatori statici.* — HENRY. — (Ind. El., P., 10 febr. 1912, anno 21, N. 483, pag. 59).
- *Il problema della trasformazione della frequenza.* — P. BUNET. — (Ind. El., P., 25 nov. 1911, anno 20, N. 478, pag. 588).
- *Duplicatore di frequenza statico.* — G. VALLAURI. — El., L., 19 genn. 1912, Vol. LXVIII, N. 15, pag. 582).

Trazione.

- *La locomotiva monofase per la linea del Loetschberg.* — L. PATRIARCA. — (El., R., 1 genn. 1912, Vol. XXI, N. 1, pag. 1).
- *Grandi impianti elettrici nella Provincia Renana e in Westfalia: Le ferrovie elettriche di Aquisgrana e dintorni.* — A. HOSELMANN. — (E. T. Z., 4 genn. 1912, Vol. 33, N. 1, pag. 1).
- *Confronto critico fra l'uso e l'estensione delle tramvie urbane.* — Ph. SCHOLTES. — (El. Krb. Ba., Mü., 14 genn. 1912, Vol. X, N. 2, pag. 31).
- *Rassegna dell'elettrificazione delle ferrovie.* — W. RECHEL. — (El. Krb. Ba., Mü., 14 genn. 1912, Vol. X, N. 2, pag. 22).
- *Funicolare elettrica per montagna.* — K. MACK. — (El. Krb. Ba., Mü., 24 genn. 1912, Vol. X, N. 3, pag. 47).
- *Elettrificazione di una galleria in America.* — A. GRADENWITZ. — (Cos., P., 8 febr. 1912, anno 61, N. 1411, pag. 147).
- *L'elettrificazione delle ferrovie.* — H. MARCHAND. — (Cos., P., 1 febr. 1912, anno 61, N. 1410, pag. 120).
- *La trazione elettrica al Congresso Internazionale delle Applicazioni Elettriche a Torino.* — E. VIGLIA. — (El., R., 1 febr. 1912, anno XXI, N. 3, pag. 34).



ERCOLE MARELLI & C. - MILANO

— STABILIMENTI IN SESTO S. GIOVANNI —

FILIALI: TORINO - GENOVA - NAPOLI - PARIGI - BERLINO - LONDRA - BUENOS-AIRES

MOTORI ELETTRICI SINO A 250 HP. ———

DINAMO - ALTERNATORI ———

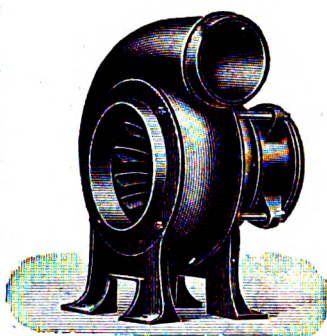
TRASFORMATORI ———

ELETTROVENTILATORI CENTRIFUGHI ———

ED ELICOIDALI ———

IMPIANTI COMPLETI DI VENTILAZIONE E DI

ASPIRAZIONE PER INDUSTRIE ———



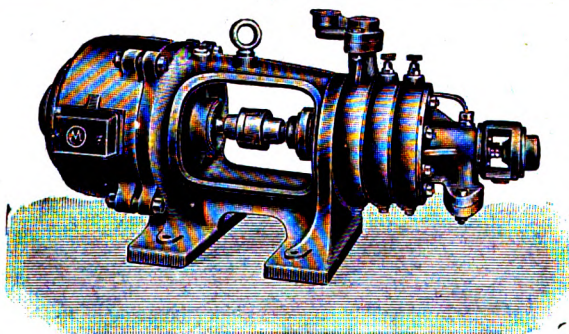
Elettroventilatore centrifugo

ELETTROPOMPE

CENTRIFUGHE

„ MARELLI „

AD ALTA PRESSIONE

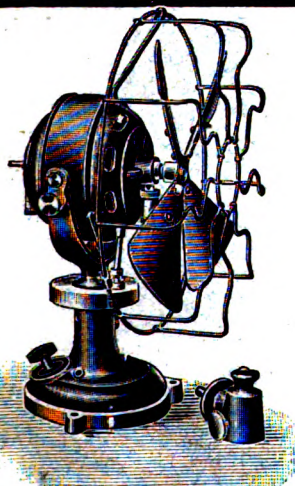


PORTATE:

da Litri 900 a 1.200.000

PREVALENZE

DA METRI 1 a 200



Tipo oscillante „Marelli„

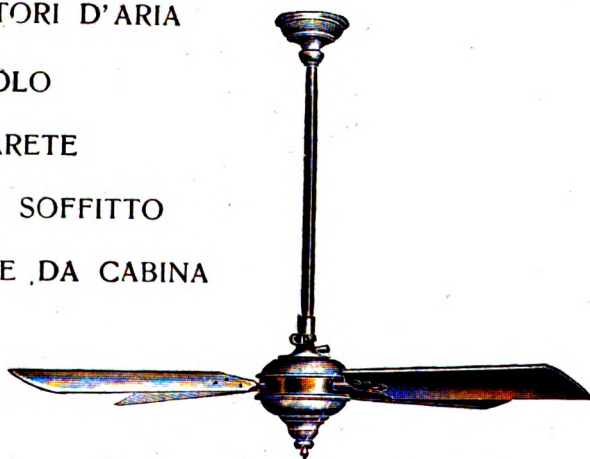
AGITATORI D'ARIA

DA TAVOLO

DA PARETE

DA SOFFITTO

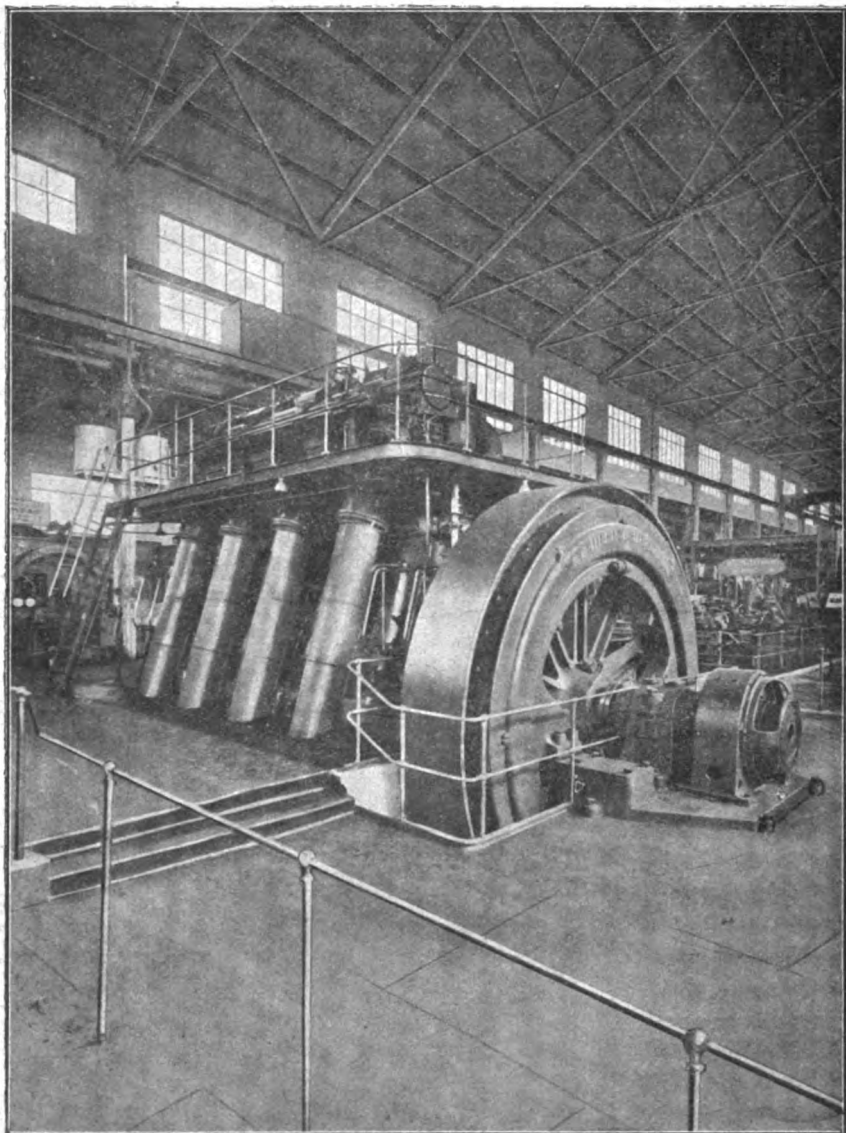
E DA CABINA



Chiedere listini — Preventivi — Sopraluoghi
Casella Postale 1254 - MILANO

SOCIETÀ' NAZIONALE DELLE OFFICINE DI SAVIGLIANO

Direzione, Via Genova 23, Torino - Officine in Savigliano e Torino



Alternatore trifase - tipo volano - 1200 HP - 6400 Volt - 150 giri

Macchine elettriche d'ogni tipo e potenza

**Costruzioni elettromeccaniche - Gru - Argani - Verricelli
Condotte forzate Pali a traliccio - Coperture metalliche**

Pubblicazione mensile.

Conto Corrente con la Posta.

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

UFFICIO CENTRALE

Telefono 20-86

Telegrammi ASSELITA

MILANO, Via S. Paolo, 10

Eretta in Ente Morale il 3 Febbraio 1910.

Premiata con: Diploma di benemerenza all'Esposizione di Como nel 1885 — Gran Premio all'Esposizione di Saint Louis nel 1904 — Gran Premio all'Esposizione di Brescia nel 1910.

INDICE.

N. 1. Résumé des Communications contenues dans la présente livraison . . .	Pag. 247
» 2. ANTONIO PACINOTTI — Ing. ANGELO BIANCHI . . .	» 251
— Discorso pronunziato ai funerali di A. Pacinotti dal Presidente Generale Prof. FERDINANDO LORI . . .	» 255
» 3. Solenne Commemorazione di Antonio Pacinotti, tenuta dalla Sezione di Roma in unione alla Presidenza Generale dell'A. E. I. . . .	» 257
— Discorso Commemorativo di A. Pacinotti del Prof. GUGLIELMO MENGARINI . . .	» 263
— Bibliografia di Antonio Pacinotti del Prof. GUGLIELMO MENGARINI . . .	» 301
» 4. La produzione elettrica dell'acido nitrico dagli elementi dell'aria — Dott. CARLO ROSSI . . .	» 305
» 5. Estratto del verbale del Consiglio Generale . . .	» 355
» 6. Verbali delle Sezioni . . .	» 361
» 7. Recensioni . . .	» 381
» 8. Indice dei più importanti articoli pubblicati nei periodici <i>Pubblicità Industriale</i> . . . da I a XII e da XIII a XXII	» 400

Le riviste che desiderano riprodurre qualcuno degli articoli qui stampati
sono pregate di indicare che sono presi dagli Atti della A. E. I.

PROPRIETÀ LETTERARIA



MILANO

STUCCHI, CERETTI e C.

1912.

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

UFFICIO CENTRALE

MILANO = 10 - Via S. Paolo - 10 = MILANO

CONSIGLIO GENERALE

PRESIDENZA 1912-1914

Presidente LORI Prof. Ing. FERDINANDO — Padova;
Vici-Presidente BATTELLI On. Prof. ANGELO, ROMA — LOMBARDI Prof. Ing. LUIGI, Napoli —
SEMENZA Ing. GUIDO, Milano;
Segretario Generale PARVOPASSU Ing. Prof. CARLO, Padova;;
Vice-Segretario Generale BIANCHI Ing. ANGELO, Milano;
Cassiere BARBAGELATA Prof. Ing. ANGELO, Milano.

Consiglieri rappresentanti le Sezioni per il 1912.

BOLOGNA — Amaduzzi Prof. Lavoro, *Presidente* — Raffi Ing. Pasquale;
CATANIA — Fusco Ing. Francesco, *Presidente* — Carnazza On. Gabriello — Tricomi Ing. Bonaventura;
GENOVA — Rumi Prof. Ing. Cav. Uff. A. Serezo, *Presidente* — Königshelm Ing. Sigmund — Pugliese Ing. Augusto;
LIVORNO — Vivarelli Prof. Aristide, *Presidente* — Lodolo Ing. Cav. Alberto;
MILANO — Panzarasa Ing. Alessandro, *Presidente* — Bertini Ing. Angelo — Civita Ing. Domenico — Conti Ing. Comm. Ettore — Danioni Ing. Filippo — Fenzi Ing. Feuzo — Gadda Ing. Giuseppe — Jona Ing. Emanuele — Motta Ing. Giacinto — Stucchi Prinetti Ing. Giacinto — Vannotti Ing. Ernesto;
NAPOLI — Lombardi Prof. Luigi, *Presidente* — Bonghi Cav. Ing. Mario — Curti Ing. Cav. Camillo Albino — Granafai Ing. Aslan — Vallauri Ing. Giancarlo.
PADOVA — Amati Ing. Giuseppe, *Presidente* — Milani Ing. Cav. Paolo;
PALERMO — Dina Prof. Ing. Alberto, *Presidente* — Buttafarri Ing. Gaetano;
ROMA — Del Buono Ing. Ulisse, *Presidente* — Ascoli Cav. Prof. Moisè — Majorana Prof. Comm. Quirino — Mengarini Comm. Prof. Guglielmo — Piola Prof. Francesco;
TORINO — Tedeschi Comm. In. Vittorio, *Presidente* — Grassi Comm. Prof. Guido — Jervis Ing. Tommaso — Ferraris Ing. Prof. Lorenzo — Guagno Ing. Enrico.

CONSIGLI DELLE SEZIONI.

BOLOGNA, Via Pietrafitta, 11 — *Presidente*: Amaduzzi Prof. Lavoro; *Vice-Pres.*: Donati Ing. Alfredo; *Segretario*: Palagi Ing. Torquato; *Cassiere*: Gasparini Ing. Cleto; *Consiglieri*: Calzoni Ing. Adolfo, Cesari Ing. Ettore, Mantegazzini Ing. Giovanni, Novi Cav. Ing. Michelangelo.
CATANIA, Via Etna, 308 — *Pres.*: Fusco Ing. Cav. Francesco; *Vice-Pres.*: Boggioni Prof. Enrico; *Segretario*: Battaglia Ing. Mario; *Cassiere*: Canzonieri Ing. Domenico; *Consiglieri*: Colaciuri Ing. Prof. Vincenzo, Fichera Ing. G. B., D'Amico Ing. Prof. Giuseppe, Tonkowitz Ing. Francesco.
GENOVA, Via Interiano, 3-6 — *Pres.*: Rumi Prof. Ing. A. Serezo; *Vice-Pres.*: Ronco Prof. Ing. Nino; *Segretario*: Anfosni Ing. Giovanni; *Cassiere*: Cappellini Cav. Vittorio; *Consiglieri*: Garibaldi Ing. Prof. Cesare, Galliano Ing. Salvatore, Dosemann Ing. Gustavo, Piaggio Ing. Carlo.
LIVORNO, Via Scali del Pesce, 2 — *Presidente*: Vivarelli Prof. Aristide; *Vice-Pres.*: Rosselli Ing. Cav. Angelo; *Segretario*: Dalmedico Ing. Gustavo; *Cassiere*: Catani Ing. Gualberto; *Consiglieri*: Vespignani Cav. Giuseppe, Vivarelli Ing. Virginio.
MILANO, Via S. Paolo, 10 — *Pres.*: Panzarasa Ing. Alessandro; *Vice-Pres.*: Merizzi Ing. Giacomo; *Segretario*: Campos Ing. Gino; *Cassiere*: Bianchi Ing. Angelo; *Consiglieri*: Arcioni Ing. Vittorio, Brioschi Ing. Franco, Belluzzo Ing. Prof. Giuseppe — Carcano Ing. E. Francesco — Piazzoli Ing. Emilio.
NAPOLI, Via Chiaia, 216 — *Presidente*: Lombardi Prof. Luigi; *Vice-Pres.*: Pizzuti Ing. Michele; *Segr.*: Massari Ing. Marino; *Cassiere*: Saggese Ing. Achille; *Consiglieri*: Boubée Prof. Comm. F. C. Paolo, Ferrari Ing. Carlo, Indaco Prof. Vincenzo, Liguori Ing. Pirro, Ragno Prof. Saverio, Ruffolo Ing. Francesco.
PADOVA, Via Dante, 38 — *Presidente*: Amati Ing. Giuseppe; *Vice-Pres.*: Lori Prof. Ing. Ferdinando; *Segret.*: Levi Da Zara Dott. Mario; *Cassiere*: Turazza Prof. Giacinto; *Consiglieri*: Corinaldi Ing. Amedeo, Carazzolo Ing. Giuseppe.
PALERMO, Via Maqueda, 175 — *Presidente*: Dina Ing. Prof. Alberto; *Vice-Pres.*: Pagliani Prof. Cav. Stefano; *Segretario*: Santangelo Ing. G. Battista; *Cassiere*: Masticchi Prof. Felice; *Consiglieri*: Arena Prof. Ing. Oreste, Ovazza Prof. Ing. Elia.
ROMA, Via delle Muratte, 70, (Palazzo dei Sabini) — *Presidente*: Del Buono Ing. Ulisse; *Vice-Pres.*: Revessi Ing. Prof. Giuseppe; *Segretario*: Carletti Ing. Aurio; *Cassiere*: Lattes Comm. Ing. Oreste; *Consiglieri*: Biagini Ing. Augusto, Bordoni Ing. Prof. Ugo, Corbino Prof. O. Mario, Di Pirro Comm. Prof. Giovanni, Fano Ing. Guido, Faranda Cav. Ing. Alberto.
TORINO, Galleria Nazionale — *Pres.*: Tedeschi Comm. Ing. Vittorio; *Vice-Presidente*: N. N.; *Segretario*: Ing. Palestrino Carlo; *Cassiere*: Luino Andrea; *Consiglieri*: Bisazza Ing. Cav. Giuseppe, Forster Ing. Paolo, Megardi Ing. Giuseppe, Rossi Prof. Andrea, Trasciatti Ing. Cav. Angelo, Valabrega Ing. Raffaele.

Presidenti antecedenti:

Prof. Comm. Galileo Ferraris (dal 27 Dicembre 1896 al 7 Febbraio 1897)
— Prof. Comm. Giuseppe Colombo (1897-1899) — Prof. Comm. Guido Grassi (1890-1902).
Prof. Comm. Moisè Ascoli (1903-1905) —
Ing. Cav. Emanuele Jona (1906-1908) — Ing. Prof. Luigi Lombardi (1909-1911).

MEMBRI DEL COMITATO DI REVISIONE DELLE NORME.

Prof. Luigi Lombardi, *Presidente* — Ing. Fano Guido — Ing. Prof. Ferraris Lorenzo — Ing. Giacinto Motta — Ing. Pontiggia Luigi — Ing. Salvadori Riccardo — Ing. Bonghi Mario (Napoli) — Ing. Carazzolo Giuseppe (Padova) — Ing. Dal Medico Gustavo (Livorno) — Ing. Del Buono Ulisse (Roma) — Prof. Dina Alberto (Palermo) — Ing. Jona Emanuele (Milano) — Ing. Königshelm Sigmund (Genova) — Prof. Majorana Quirino (Roma) — Ing. Marieni Salvatore (Bologna) — Ing. Morelli Ettore (Cons. Gen.) — Ing. Raffi Pasquale (Bologna) — Ing. Semenza Guido (Cons. Gen.) — Ing. Soleri Elvio (Torino) — Ing. Trossarelli Ottavio (Torino) — Sig. Utili Giuseppe (Napoli) — Ing. Vannotti Ernesto (Milano) — Ing. Vismara Emirico (Catania).

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE Elettrotecnica Italiana

UFFICIO CENTRALE - MILANO

N. 1.

RÉSUMÉ

DES CONFÉRENCES ET DES COMMUNICATIONS

CONTENUES DANS LA PRÉSENTE LIVRAISON



Ing. ANGELO BIANCHI. — Antonio Pacinotti.

On rappelle aux associés la noble figure de A. Pacinotti, et l'on donne quelques notices sur ses rapports avec l'A. E. I., et sur la part que cette dernière a prise au deuil de l'Italie pour la perte du grand Electricien.

Prof. FERDINANDO LORI, *Président Général de l'A. E. I.* — Discours prononcé aux funérailles de A. Pacinotti.

Commémoration officielle de A. Pacinotti, par la Section de Rome et par la Présidence Générale de l'A. E. I.

Prof. GUGLIELMO MENGARINI. — L'oeuvre scientifique de Antonio Pacinotti.

La Section de Rome de l'« Associazione Elettrotecnica Italiana » dont le prof. Antonio Pacinotti était membre, a tenu une séance solennelle le 25 Avril 1912 pour honorer la mémoire de l'illustre savant décédé le 25 Mars passé.

Le professeur Mengarini, au double titre d'avoir tenu le premier cours d'Electrotechnique dans une Université Italienne et d'avoir suivi de près toute la discussion sur la priorité de l'invention de l'anneau, fut chargé d'exposer l'oeuvre scientifique de Pacinotti.

Il rappela d'abord les premiers modèles de machines magnéto-électriques à anneau et collecteur donnant du courant continu construites par Pacinotti en 1858, ainsi que sa première machine construite en 1860 et publiée dans le « Nuovo Cimento » de l'année 1865. Il fit ressortir la grande nouveauté de l'invention par rapport aux moteurs et aux machines existants à cette époque.

Pacinotti inventa dès 1873 l'enroulement à tambour; mais il n'en donna la description dans le « Nuovo Cimento » qu'en 1874, de sorte que la priorité de l'invention se trouve attribuée à Hefner von Alteneck.

Il inventa aussi en 1875 l'enroulement « à disque » qu'il ne publia dans le « Nuovo Cimento » qu'en 1881, après que cette disposition avait été brevetée par d'autres.

L'orateur met en comparaison les brevets Gramme, français de 1869 et italien de 1870, et les machines construites en 1872-73 par Gramme, à l'appui des déclarations de Pacinotti (Pise, Tip. Pieraccini 1884) qu'à l'époque où Gramme prit ses brevets sur la machine à courant continu il n'avait pas compris la nécessité de l'emploi du collecteur, croyant pouvoir s'en passer pour obtenir un courant continu, et que ce constructeur avait breveté des machines qu'il n'avait encore ni exécutées, ni expérimentées.

A Gramme revient le mérite d'avoir été le premier à construire les machines à courant continu pratiques et industrielles qui ont si fortement contribué au développement de l'électrotechnique.

Prof. GUGLIELMO MENGARINI. — Bibliographie de A. Pacinotti.

Dott. CARLO ROSSI. — La fabrication de l'acide nitrique par les éléments de l'air.

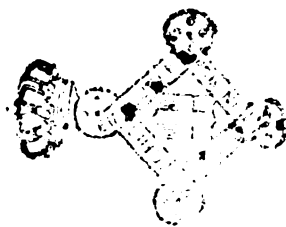
Monsieur Rossi rappelle les considérations qui suffisent pour faire comprendre la portée immense du problème de l'azote au triple point de vue de la solidarité des peuples de race blanche entre eux, de la lutte pour la suprématie du nombre entre les nations civilisées, et de la solution du problème de l'alimentation à bon marché. En présence d'un tel problème l'homme de science ne peut rester indifférent, aussi nombreuses sont déjà les tentatives faites pour le résoudre.

Monsieur Rossi passe en revue l'état de la question et les procédés déjà entrés dans la pratique industrielle pour l'oxydation électrique de l'azote atmosphériques et la production de l'acide nitrique synthétique.

Monsieur Rossi décrit les fours industriels préconisés et appliqués par MM. Eyde et Birkeland, par la Badische Anilin und Soda Fabrik et par la Salpetersäure Industrie. Les fours de la Salpetersäure fonctionnent en Italie dans la Fabrique de la Société Officine Elettrochimiche Dottore Rossi à Legnano.

Monsieur Rossi rappelle que les caractéristiques de la fabrication actuelle de l'acide nitrique sont: la petite quantité de gaz obtenue par l'oxydation de l'azote (1 à 2 % en vol.) et la faiblesse du rendement au point de vue de la quantité d'énergie consommée et la difficulté d'absorber les gaz oxydés et de concentrer l'acide obtenu. Mais on est arrivé à Legnano à vaincre toutes les difficultés et à produire l'acide nitrique concentré d'une façon très industrielle.

La solution vraiment économique du problème de la fixation de l'azote atmosphérique est donc réalisée.





Antonio Pacinotti

17 Giugno 1841 — 25 Marzo 1912

N. 2.

ANTONIO PACINOTTI

La notte del 25 Marzo scorso spegnevasi in Pisa Antonio Pacinotti. La triste novella riempì di dolore ognuno che abbia amore alla scienza e noi Italiani in modo speciale che vedevamo scomparire con lui una delle più nobili figure della Patria.

Egli fu veramente un Eroe dell'umanità. — non fra quelli che trascinano visibilmente le masse alle grandi gesta, ma fra quelli che tacitamente forzano le menti dei migliori ad un immane lavoro benefico.

Poichè egli ci diede la dinamo a corrente continua e ne additò pure la reversibilità. Fu così che egli iniziò quel poderoso lavoro, il quale ci condusse ad inondare il mondo di quella energia elettrica che

per l'universo penetra e risplende

portando ovunque luce, forza, calore — il quale ci condusse a quella distribuzione di energia che è forse l'opera umana di maggiore bellezza.

L'Associazione Elettrotecnica Italiana lo ebbe suo Presidente Onorario. Già nel 1898 egli apparve fra noi — che lo riverimmo commossi — alla Riunione Annuale di Torino. Lo rivedemmo al Congresso Internazionale di Como del 1899, dove egli con limpidezza ammirevole prese parte ai lavori — poi altre ed altre volte. — Infine solenni onori gli tributammo l'anno scorso in cui al Congresso di Torino che solennizzava la fortuna della Patria, l'Associazione solennizzò anche, col cinquantenario della scoperta dell'anello, la fortuna della scienza elettrica.

E sempre dalla sua mite e sorridente figura gli Elettrotecnici Italiani si sentivano indotti a trovare in ore di studio quella purissima serenità dell'anima che è premio a chi si sacrifica alla scienza,

e che non è consentita a chi, pur vincente, vive nelle lotte febbrili dell'industria.

L'ultima Assemblea di Torino deliberava pure che fosse pubblicata in cinque lingue la sua classica memoria. Il Ministero della Pubblica Istruzione concorse con una cospicua elargizione: chiari uomini assunsero il compito della traduzione meritando la nostra viva riconoscenza: Pietro Rasi per la lingua latina, Paul Janet per la francese, Gisbert Kapp per la tedesca, Silvanus P. Thompson per l'inglese.

Doloroso omaggio infine gli portammo ora, quando lo accompagnammo con fiori nell'ultimo cammino, e quando il nostro Presidente Generale Prof. Ferdinando Lori, che col Segretario Generale Prof. Carlo Parvopassu rappresentava la nostra Associazione, disse a nome nostro alte e nobili parole nel Cortile dell'Università di Pisa, dove, portate a braccia di studenti, le sue forme inanimate hanno sostato, prima di raggiungere sotto un nembo di fiori che scendeva da un aeroplano roteante, quel Camposanto già sacro per tante vestigia del genio italiano.

Infine in una solenne commemorazione tenuta dalla Sezione di Roma in unione alla Presidenza Generale, il Prof. Guglielmo Menagarini rievocò l'ombra sua ch'era dipartita, alla mente e all'affetto degli Elettrotecnici Italiani, e tracciò l'opera del Grande aspra per tante lotte sostenute.

I vari discorsi e la Commemorazione sono più avanti riportati; in essi è degnamente richiamata la figura di Antonio Pacinotti.

Riferiamo qui solo il nobilissimo ordine del giorno dell'American Institute of Electrical Engineers trasmesso all'Associazione e alla Famiglia.

Death of Professor Antonio Pacinotti

*Minute adopted at meeting of the Board of Directors of the American Institute of Electrical Engineers
April 5 th, 1912.*

The Board of Directors of the American Institute of Electrical Engineers learns with extreme regret of the death on March 25 th, 1912, of Professor Antonio Pacinotti, of Italy, an Honorary Member of this Institute, and desires to place on record its sense of the loss sustained.

This death removes a historic figure whose name will always occupy a great place in the annals of electrical progress, for his discovery, in 1860, of the principles of the modern continuous current dynamo and its reversibility.

The Board of Directors in behalf of the membership of the American Institute of Electrical Engineers hereby tenders its profound sympathy to the relatives of the deceased, to his colleagues, and to the Associazione Elettrotecnica Italiana for the loss of its Honorary President.

F. L. Hutchinson, Secretary.

Il nostro sapere non ci consente di affermare che oltre la tomba sia il sonno della morte men duro perchè giunga a chi bene operò l'amoroso grido del nostro animo grato.

Ma questo almeno ci è dato di affermare: che la figura di Antonio Pacinotti sarà sempre fra di noi Elettrotecnici Italiani, dolce seduzione ad opere di scienza e di bontà.

ing. Angelo Bianchi.

DISCORSO PRONUNCIATO
DAL PROF. FERDINANDO LORI

PRESIDENTE GENERALE DELL'A. E. I.

NEL CORTILE DELL'UNIVERSITÀ DI PISA

AI FUNERALI DI **ANTONIO PACINOTTI**



Signori,

gli elettrotecnici di tutto il mondo lo hanno applaudito l'ultima volta a Torino nello scorso settembre. In quella festa cinquantenaria del lavoro nazionale abbiamo udito ancora la sua limpida favella Toscana, serena e cordiale così nelle occasioni solenni, come nelle conversazioni familiari. Perchè, specialmente per questa sincera cordialità, Antonio Pacinotti riappariva ogni volta ed era riudito come un simbolo vivente di nostra Patria, egli, nato in questo nobilissimo cuore della Penisola, da cui tanta luce di italiche idealità ha irradiato nei secoli, egli, salito alle maggiori altezze di quella Scienza dell'elettrotecnica, alle cui ali l'Italia ha dato molte delle penne più vigorose, invitte nel volo, che ha recato in ogni angolo del mondo tanti benefizi, tante meraviglie.

E ci compiacevamo anche a Torino di raffigurarcelo nell'atto in cui mezzo secolo prima aveva modellato l'anello. Altra parola non si addice alla sua invenzione, perchè il congegno che egli chiamò « macchinetta elettromagnetica » fu vero modello, di cui le migliaia, anche di colossale potenza, che oggi con vece incessante trasformano l'energia meccanica in elettrica e ritrasformano questa in meccanica, sono copie della sua senza radicali mutamenti, e le loro qualità essenziali sono quelle e sole che egli indagò ed espose.

Ora pur troppo quelle labbra sono mute; ma il simbolo rimane ed il suo spirito trasumanato appare già dinanzi a noi insieme con quello di altri sommi. Alessandro Volta gli dice; per le mie pile sole non poteva l'elettricità ricevere tante applicazioni. Ed a Galileo Ferraris egli dice: il miracolo, che io operai con forze elettromotrici costanti, tu hai saputo rinnovellare con quelle alternative.

Ma, o Signori, la commozione e il momento non mi consentono un accenno meno fugace alla Sua opera ed alla Sua Gloria. Telegrafando ai Suoi Cari ed al Rettore, appena la triste notizia mi giunse, seppi dire soltanto che un lutto domestico aveva colpito la famiglia degli elettrotecnici, che ho l'onore di rappresentare. Oggi, dinanzi alla bara, è ancora questa la sola parola che mi soccorre: tanto stretti erano i vincoli di affetto che ci hanno sempre legato a Lui, e che Egli ricambiava generosamente. E pel vivo ricordo, che ho di questo affetto, e per la convinzione, che pari ai miei sono i sentimenti di tutti, mi sento dolcemente piegato ad un riverente inchino filiale, ed anche colle labbra voglio pronunziare la promessa che la memoria di lui vivrà perennemente nel nostro cuore.

Camposanto di Pisa. tu fra poco ci rapirai le spoglie morte di Antonio Pacinotti, e ne crescerà la gloria dei tuoi monumenti, ma lo spirito di Lui aleggerà sempre sopra tutti coloro, che sapranno invocarlo nel nome di scientifiche idealità. Ministro del loro culto per averlo lungo tanti anni professato e insegnato, comincia oggi per Lui la venerazione di tutti gli eletti che ad esso sanno dedicare la parte migliore della vita.



N. 3.

SOLENNI COMMEMORAZIONE

DI

ANTONIO PACINOTTI

TENUTA

DALLA SEZIONE DI ROMA**IN UNIONE ALLA PRESIDENZA GENERALE DELL'A. E. I.**

il 15 Aprile 1912

La sera del 15 aprile la Sezione di Roma in unione con la Presidenza Generale ha solennemente commemorato il compianto Prof. Antonio Pacinotti, che fu socio della Sezione di Roma e Presidente onorario dell'Associazione.

Alla cerimonia intervenne un eletto e fortissimo pubblico di personalità scientifiche e cittadine. La vasta sala del Palazzo dei Sabini, sede della Sezione, era letteralmente gremita ed aveva un aspetto imponente.

Al banco della Presidenza sedevano il Presidente Generale Prof. Ferdinando Lori, il Segretario Generale Prof. Carlo Parvo-passu, il Presidente della Sezione Ing. Ulisse Del Buono, il segretario Aurio Carletti, il Comm. Ing. Luigi in rappresentanza della consorella Società degl'Ingegneri ed Architetti e l'oratore Comm. Professore Guglielmo Mengarini.

In fondo alla sala spiccava un grande ritratto recentissimo del compianto Prof. Pacinotti.

Erano presenti il Ministro della Pubblica Istruzione S. E. Credaro, l'Ammiraglio Pouchain rappresentante il Ministro della Marina, il Comm. Magaldi per il Ministro dell'Agricoltura, Industria e Commercio, il Comm. Colombo per il Ministro delle Poste e Telegrafi, il Senatore Blaserna, Presidente dell'Accademia dei Lincei e rappresentante anche la Facoltà di Scienze della R. Università, il

senatore Bodio, i Deputati on. Prof. Angelo Battelli e Prof. Queirolo, molti Professori dell'Università, numerosi soci della Società di Fisica, degli Ingegneri ed Architetti Italiani, quasi tutti i soci della Sezione di Roma e moltissimi delle altre Sezioni.

Erano rappresentate: l'Accademia dei Lincei, la Società di Scienze, la R. Scuola d'Applicazione degli Ingegneri, la Facoltà di Scienze, l'Istituto Fisico, l'Istituto Superiore Postale Telegrafico, l'Istituto Sperimentale delle Ferrovie, le Direzioni Generali dei Telegrafi e Telefoni.

Avevano mandato l'adesione il Ministro di Agricoltura Nitti, il Sottosegretario di Stato ai Lavori Pubblici, on. De Seta, l'Assessore del Comune di Roma, on. Montemartini; mandò un sentito telegramma di adesione, a nome della Sezione di Milano, il Presidente di essa Ing. Panzarasa, delegando l'Ing. Del Buono di rappresentare la suddetta Sezione alla cerimonia.

Fra i presenti notiamo: i Professori Ascoli, Revessi, Piola, Bordoni, Corbino, Di Pirro, gli Ingg. Comm. Lattes, Fano, Ceraadini, Direttore della R. Scuola di Applicazione degli Ingegneri, l'Ing. Lanino, Presidente del Collegio degli Ingegneri Ferroviari, l'Ing. Comm. Allievi, il Comm. Parvopassu, il Comm. Paladini rappresentante il Direttore Generale dei Telegrafi comm. Gaspare Duran, il Cav. Talamo, rappresentante il Direttore Generale dei Telefoni comm. Salerno, l'Ing. Comm. Ita'lo Brunelli, l'Ing. Villanueva, Direttore delle opere idrauliche di Buenos Ayres, i Proff. Reina, Pittarelli, Turazza, Artom.

La cerimonia si è iniziata col seguente

DISCORSO

DEL PRESIDENTE DELLA SEZIONE DI ROMA

ING. ULISSE DEL BUONO.

Or sono pochi mesi, in occasione del 50° anniversario della scoperta dell'anello e del 70° della nascita di Antonio Pacinotti, al Congresso Internazionale delle Applicazioni Elettriche, in Torino, per iniziativa della nostra Sezione, l'A. E. I. presentava con nuovo pensiero al grande Maestro una pergamena come attestato dell'ammirazione e dell'affetto degli Elettrotecnici Italiani. La pergamena

conteneva integralmente riprodotta quale e grande monumento scientifico, le pagine nelle quali Pacinotti descrisse nel 1865 la prima macchina elettrica.

A quella festa della scienza intervennero le più chiare notabilità scientifiche italiane e straniere che diedero largo tributo di onore e di affetto al Maestro grande e modesto.

Era ancor vivo tale ricordo, quando il 26 Marzo si ebbe improvvisa la notizia della morte di Lui, che due giorni prima aveva tenuto la sua consueta lezione. La triste notizia commosse profondamente e rattristò l'animo, non degli scienziati soltanto, ma, degli Italiani tutti che veneravano nel glorioso Vegliardo uno di quei grandi che lasciano l'impronta indelebile del genio e ne segnano una delle più gloriose conquiste. Galvani, Volta, Pacinotti, Ferraris erano i nomi gloriosi degli scienziati che ogni italiano aveva appreso ad amare e a venerare fin dalla sua gioventù. E le attestazioni che da tutte le parti d'Italia sono giunte alla sua Pisa, dicono eloquentemente come tutto il nostro Paese sia rimasto commosso per la scomparsa dell'Uomo buono e modesto, che con la geniale invenzione aperse all'Umanità nuovi orizzonti ed al nostro Paese una delle vie più fulgide del suo risorgimento industriale.

Ed ecco che spetta ancora alla Sezione di Roma dell'A. E. I., che ha avuto l'ambita fortuna di avere iscritto nell'albo dei suoi Soci il nome di Antonio Pacinotti, l'alto onore di mandare alla sua memoria dalla nostra Roma il saluto riverente e l'omaggio degli elettrotecnici d'Italia.

L'iniziativa della nostra Sezione è stata raccolta con premurosa sollecitudine dal Presidente Generale dell'A. E. I. che volle unirsi a noi, e con la sua presenza questa sera conferire alla nostra riunione più alto significato.

A parlare stasera dell'opera scientifica di Antonio Pacinotti, ben era designato il nostro Socio Prof. Mengarini, valente industriale ed il più antico Professore di Elettrotecnica in Italia, che da vicino e con amore seguì costante l'opera e le vicende del grande Maestro.

Prima però di cedergli la parola, debbo rivolgere a nome della nostra Sezione i più vivi ringraziamenti alle loro Eccellenze, all'Illustrissimo Signor Sindaco, alla rappresentanza di tutti i Corpi Accademici e delle Società sorelle, che con la loro presenza vollero rendere più solenne la testimonianza e l'omaggio della nostra Associazione.

Ci è di grande compiacimento il vedere che i reggitori delle sorti del Paese, e la notabilità tutte hanno voluto unirsi questa

sera a noi dimostrando così che non solo fra gli Elettrotecnici è vivo il sentimento e l'affetto per il grande, ma che il Paese intero vibra con noi in questo momento.

Incliniamoci reverenti! Antonio Pacinotti è morto, ma il suo nome resterà scritto indelebilmente nella storia dell'umano progresso.

PAROLE

PRONUNZiate DAL PRESIDENTE GENERALE

PROF. FERDINANDO LORI

Eccellenza, Signore, Signori,

il nome d'oro è scritto nell'Albo della Sezione di Roma, alla quale perciò appartiene il diritto della commemorazione solenne; ed io ringrazio la Presidenza, che l'ha preparata con tanto amore.

Ringrazio molto vivamente coloro che, intervenendo, hanno accresciuto la solennità di questa cerimonia, cerimonia altamente civile, o Signori, perchè la considerazione dell'opera di Antonio Pacinotti eccita in vibrazione le fibre più delicate dell'animo di Italiani e di elettricisti. Ringrazio anzitutto i membri del Governo, che tra le cure indefesse dello Stato non dimenticano alcuna manifestazione nobile di onore verso gli studi, o verso le arti, o verso le armi, il triedro delle umane attività, di cui ciascuna faccia, per opera di Gente nostra, ha dato e darà nei secoli così grande splendore. Ringrazio l'Uomo illustre, che regge il dicastero della pubblica istruzione, il quale ha voluto rendere anche un durevole omaggio al nome di Pacinotti, offrendo lire mille per la pubblicazione in più lingue straniera della memoria classica di Lui.

Rammento con soddisfazione, o Signori, che nell'occasione dell'ultimo congresso di Torino, quando per l'ultima volta potemmo in pubblico convegno udire la voce di Antonio Pacinotti, l'assemblea acclamò alla proposta della pubblicazione in più lingue della memoria sulle macchine elettromagnetiche.

Per mettere in atto questa deliberazione ho pensato di chiedere le traduzioni ad elettrotecnici di alta fama. Silvanus Thompson, un nome altissimo nella nostra scienza, ed a noi caro, perchè conosce

perfettamente la nostra lingua e personalmente conosceva ed amava Antonio Pacinotti, mi ha già spedita la traduzione in inglese. Io gli invio con riconoscenza anche da questo posto le più vive azioni di grazie. E finalmente amo comunicarvi che la Presidenza generale ha rivolto il pensiero anche ad un'altra forma di omaggio, la quale consisterà nel recare in solenne pellegrinaggio un ricordo di bronzo sulla tomba, che ha accolto le venerande spoglie mortali nel camposanto monumentale di Pisa.

★★

Signori; per la storia della sua origine, per l'importanza che ne hanno acquistato le applicazioni, per i suoi rapporti con la scienza d'allora e con la tecnica di oggi, l'invenzione della prima macchina a forze elettromotrici orientate è circondata di tanta luce d'ideale, che la figura del suo primo Artefice ne rimane tutta quanta inondata.

Era l'alba delle applicazioni elettriche, era la giovinezza del Nostro, era la primavera della Patria. Scoperta da oltre mezzo secolo la pila, investigate le leggi fondamentali di elettromagnetismo da un lato erano state raccolte cognizioni sufficienti per comprendere di quanta utilità sarebbe stato agli uomini il possesso di mezzi agevoli per la generazione e l'utilizzazione della corrente elettrica, dall'altro i tentativi e le delusioni sofferte nelle applicazioni bastavano ad indicare di quante difficoltà fosse irta la via da percorrere. Per questa via si incamminò serenamente Antonio Pacinotti.

Egli non aveva ancora diciotto anni.

Il momento non era dei più propizi. Tra le cospirazioni e gli appelli ai volontari negli ultimi anni delle antiche dominazioni, altri discorsi, che non di scienza, il Pacinotti doveva udire dai suoi concittadini, altro desiderio che non quello di star chiuso in laboratorio tra libri e apparecchi doveva agitare la gioventù: nè Egli si indugiava nello studio, perchè fosse sordo alla voce della Patria. Giunto il momento, Egli pure corse come tanti altri volontari sui campi della gloria e della morte, e vi portò costudita nel cervello la Sua invenzione per rivolgere a questa l'alacre pensiero, quando riposava il corpo stanco, nella veglia d'armi, accanto al fascio dei fucili. Ed infatti un progresso notevole dell'apparecchio, che andava ideando, fu compiuto da Lui a Goito, durante la campagna.

**

Un'altra fonte del fascino che ci irradia dall'opera di Antonio Pacinotti è, o Signori, l'importanza delle applicazioni elettriche; ma di queste invero ogni commento è superfluo. Così estesi ne sono i benefizi in tutti i campi dell'umana attività, che non v'ha ormai uomo civile, il quale non ne abbia goduto in molte occasioni della vita.

L'elettricità è la scienza che ha destato meravigliose meraviglie; le sue applicazioni hanno suscitato sovente commozioni intime e profonde; nè v'è d'uopo di Poeta per celebrarla in carmi, perchè a mille a mille l'Umanità intera le rinnova i suoi carmi ogni giorno, se carme non è soltanto l'espressione di nobili sensi, fatta ordinando parole elevate con misura determinata, ma se carme è anche qualunque espressione di un alto pensiero o di un profondo sentimento, se carme è anche la benedizione dell'operaio, cui la tramvia elettrica concede un rapido e comodo trasporto sul luogo di lavoro, lasciandogli il maggior tempo pel riposo in seno alla famiglia, se carme è anche l'urrà della ciurma, che al sole degli elettrici riflettori scopre l'insidia nemica, e la vittoria è certa, se carme è anche la lacrima, che inumidisce il ciglio della madre, quando detta il messaggio da trasmettere al figlio soldato e lontano, o ne ode la voce al'a membrana telefonica, se carme è anche la preghiera non disperata del naufrago, che attende il soccorso da altri viaggiatori meno sfortunati del mare, i quali hanno già udito nell'apparecchio Marconi un sottile ricamo di vibrazioni sonore, che non sa soffocare l'urlo della tempesta. Ora, o Signori, se consideriamo che forse non vi ha officina generatrice di corrente elettrica, in cui non sieno, come elementi essenziali, più macchine tipo Pacinotti, dall'a sua dissimili soltanto per particolari costruttivi, ci sentiremo dolcemente sospinti a staccare da questo carme una strofa per dedicarla alla Sua memoria.

E Tu, Spirito Grande, consentici questo omaggio.

DISCORSO COMMEMORATIVO

DI

ANTONIO PACINOTTI

PRONUNZIATO

DAL PROF. GUGLIELMO MENGARINI

NELLA SOLENNE COMMEMORAZIONE

TENUTA

dalla Sezione di Roma

in unione alla Presidenza Generale dell'A. E. I.

la sera del 15 Aprile 1912

Eccellenza, Signore e Signori,

Il nostro presidente ing. Del Buono ha dichiarato spettare a me l'ambito incarico di parlarvi di Antonio Pacinotti perchè sono il più vecchio professore di elettrotecnica d'Italia.

Vecchio non certo di età, certamente il primo che ha avuto l'onore di dare un Corso di elettrotecnica in una università italiana. Mi è quindi caro dovere il parlare di colui che colla sua invenzione pose la prima pietra di quell'edificio che poi è sorto gigante, di colui che ebbi ventura di conoscere e di seguire per molti anni nella sua vita di studio e di lavoro.

Il mio compito non è facile; i colleghi che mi hanno preceduto hanno parlato del nostro maestro, maestro a tutti, in modo sì affettuoso ed esauriente che io non potrei invero aggiungere altro.

In questi giorni abbiamo letto belle, splendide pagine sul Pacinotti, meritato tributo di venerazione per l'illustre scienziato, dette e scritte a Pisa da colleghi, da amici, da ammiratori, a Milano

dal nostro collega On. Battelli, a Roma dal mio venerato maestro, senatore Pietro Blaserna, in un articolo apparso or ora sulla Nuova Antologia.

Non rimane quindi a me che esporre l'opera di Antonio Pacinotti come elettrotecnico; tema lungo e minuzioso del cui svolgimento non so se avrete la costanza di seguirmi sino alla fine. Vi dovrò dire altresì della strenua lotta da Lui sostenuta per rivendicare la priorità della sua invenzione, lotta sostenuta con singolare tenacia ma con serenità e con disinteresse senza pari.

Se vorrete permettermelo o Signori dovrei qui ripetervi quello che in 24 anni di mio insegnamento ho ogni anno illustrato ai miei allievi, spiegando loro quello che il Pacinotti ha creato nel campo scientifico e tecnico e dimostrando quanto grande sia l'onore che noi dobbiamo tributare a Lui quale ideatore di tutto un nuovo capitolo della scienza elettrodinamica, che ha reso e rende sì grandi servizi alla umanità intera.

E ciò credo sia il miglior modo per rendere onore e gloria al Pacinotti!

★★

Antonio Pacinotti fu studente a Pisa, ove nel 1861 si laureò in fisica. Negli anni precedenti frequentava il laboratorio di Fisica tecnologica diretto da suo padre prof. Luigi Pacinotti, ove eseguiva ricerche sperimentali e preparazioni per le lezioni.

Durante questo tempo egli fissò la sua attenzione sopra una speciale forma di elettromagnete che chiamò « spirale anulare ».

Voi tutti sapete che un elettromagnete si compone di un nucleo cilindrico di ferro dolce, o di fili di ferro, intorno al quale è avvolto un filo di rame isolato, od un nastro di rame isolato, in un certo numero di spire e di strati. Il Pacinotti, abbandonando questo tipo, pensò di avvolgere le spire e gli strati di filo di rame isolato sopra anelli o « tori » talvolta di materiale leggero (cartone o legno), tal altra di ferro dolce.

Nel 1884 egli presentò ai Giurati dell'esposizione internazionale di elettricità di Torino i suoi appunti, del 1858, cioè il giornale di laboratorio contenente schizzi e note di grande interesse per la storia della sua invenzione. Questa parte del giornale di laboratorio fu poi da lui pubblicata nell'« Elettricista » del 15 dicembre 1905 ed oggi costituisce un documento per noi importantissimo.

Nel primo schizzo (fig. 1) vediamo una spirale anulare BB' avvolta per un semicerchio, nell'interno della quale una spirale anulare avvolta per un intero cerchio può ruotare poggiando sulle due rotelle AA' .

L'avvolgimento della spirale AA' può venire in contatto con un circuito esterno mediante le due rotelle A ed A' che toccano la parte interna della spirale anulare ove il filo è denudato.

Con tale disposizione una corrente circolante nella spirale anulare BB' può agire su di un'altra corrente circolante nell'elica AA' mentre un pendolino E serve a misurare l'azione elettrodinamica che ha luogo fra le due spirali.

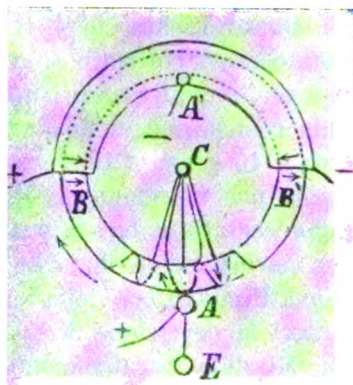


Fig. 1

Il secondo schizzo (fig. 2) mostra una spirale anulare C avvolta su toro di ferro dolce nella quale due mollette segnate $+$ e $-$ stabiliscono contatto con un circuito esterno. La spirale anulare può



Fig. 2

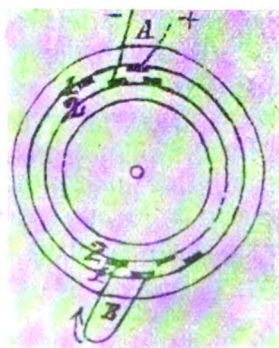


Fig. 3.

ruotare intorno al centro, come è indicato dalla freccia, in presenza dei poli opportunamente disposti di due calamite permanenti.

Il terzo schizzo (fig. 3) indica il modo di porre due o più strati di filo isolato sullo stesso nucleo di ferro dolce sommando gli effetti induttivi, onde la corrente « percorra ognuna delle metà del « toro nello stesso senso delle due eliche, come è necessario ». E ciò ottiene ponendo sopra il toro un disco di materia isolante por-

tante tanti pezzetti di metallo l'uno dall'altro isolato e comunicanti ordinatamente cogli estremi delle eliche e stabilendo fra questi opportuni contatti esterni.

Questi apparecchi sono, come ben si vede, assai diversi da tutto quanto erasi costruito sino a quell'epoca; rappresentano le prime fasi per le quali passò il pensiero del Pacinotti ed i successivi stadi della costruzione di una macchina embrionale che permise di ottenere il 10 gennaio 1859, per la prima volta, corrente continua mediante una macchina ad induzione. Un apparecchio simile a quello rappresentato in fig. 2, posto in rotazione gli diede ad una bussola una deviazione di 30° . Rotando l'anello in senso inverso si rovesciava l'indicazione della bussola. Alterando la posizione dei poli induttori la deviazione della bussola riducevasi a zero.

Mirabile concatenamento di idee è questo e mirabile analisi scientifica, in un'epoca nella quale i concetti di elettrodinamica e di elettro-magnetismo erano quanto mai incerti ed oscuri!

Queste esperienze dovettero essere interrotte perchè il Pacinotti nel maggio 1859 partì per la guerra, come sergente della seconda compagnia della Divisione toscana del Genio Militare. Egli raccontò che stando a Goito seduto presso ai fasci di fucili pensava al modo di « aumentare l'influenza magnetica della calamita fissa sopra l'anello » col munire il nucleo di ferro di denti che molto si avvicinarsero ai poli della calamita fissa, mentre il filo indotto veniva avvolto nello spazio libero fra dente e dente. Ed ecco l'invenzione del nucleo a denti fatta nel 1859 sul campo di battaglia!

Nel 1860, tornato a Pisa, riprese la costruzione della sua macchina, cui diede la definitiva forma nella quale oggi la vediamo e compì con essa la mirabile serie di esperienze che descrisse soltanto nel numero del 3 maggio 1865, del giornale di fisica di Pisa « Il Nuovo Cimento ».

★★

Per comprendere tutta la novità dell'invenzione del Pacinotti ricorderò che le macchine ad induzione conosciute in quell'epoca erano di tre tipi:

le macchine tipo Clarke, usate soprattutto per scopi terapeutici; la macchina Siemens con indotto a ferro a doppio T, che dava correnti raddrizzate; la macchina dell'abate Nollet, detta poi macchina dell'Al'iance, la quale dava corrente alternativa.

Ed in quanto ai motori elettrici si era ai motori Froment (fig. 4) che molti fra voi ricorderanno ancora di avere imparato a conoscere durante gli studi secondari come un perfettissimo motore elettrico, della forza di... mezza mosca!

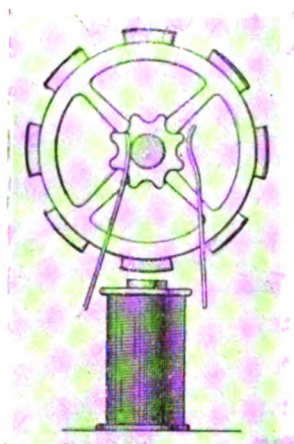


Fig. 4.

Quale e quanta differenza fra tutti questi apparecchi e quello ideato dal Pacinotti! Ecco qui la tavola (fig. 5) che accompagna la descrizione della sua macchina ed ecco in fig. 6 una vista in prospettiva della stessa macchina dove scorgesi un volano di legno destinato ad azionarla come dinamo. La fig. 7 mostra in dettaglio l'avvolgimento dell'anello, col nucleo a denti e colle espansioni polari. La fig. 8 mostra i dettagli della costruzione del collettore, dove le lamelle metalliche sono disposte a scacchiera, intramezzate da parti isolanti di bosso. Le due lamine metalliche *LL* portano dei piccoli rulli non visibili in questa figura i quali, poggiando sul collettore per tutta la sua altezza, vengono a far contatto successivamente colle lamelle metalliche.

Meglio che non possa dirvi la mia parola vi dirà la Memoria stessa del Pacinotti, che ben vorrei potervi leggere per intero, tanto è precisa, efficace, ricca di pensieri e di idee originali. Ma debbo limitarmi, per brevità, a citarvene i passi più salienti:

« Nelle ordinarie elettrocalamite, anche quando vi è adattato un
« commutatore, sogliono i poli magnetici comparire sempre nelle
« medesime posizioni, mentre servendosi del commutatore che va
« unito alla elettro-calamita che descrivo, i poli si possono far

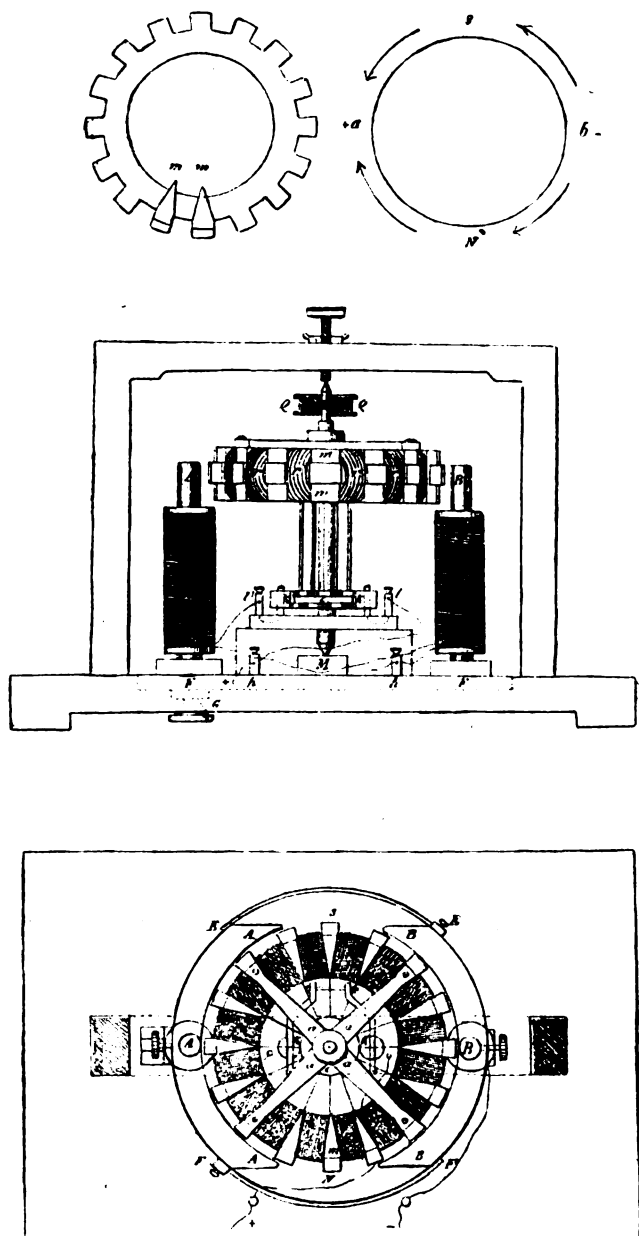


Fig. 5.

« muovere nel ferro sottoposto alla magnetizzazione. La forma del
« ferro di tale elettro-calamita è quella di un anello circolare....

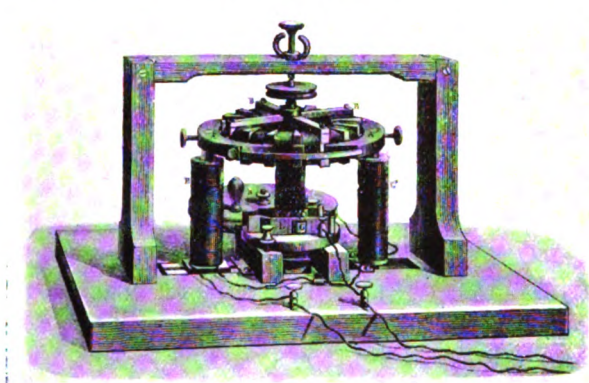


Fig. 6.

« Supponiamo che si avvolga sul nostro anello di ferro un fil
« di rame coperto di seta, e quando sia compiuta la prima spira...
« si chiuda il filo metallico, saldando fra loro i due capi che si tro-
« vano l'uno presso all'altro; così avremo ricoperto l'anello di ferro
« con una spirale chiusa, isolata, tutta diretta in un verso.

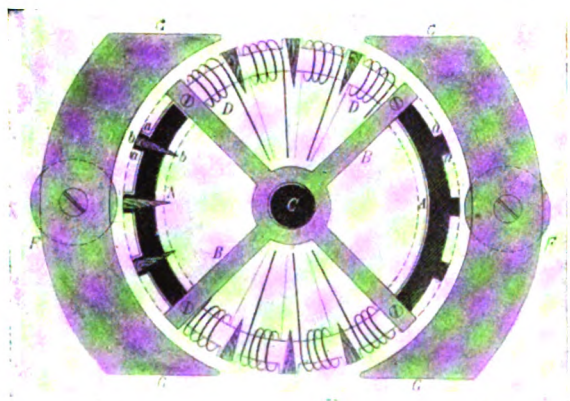


Fig. 7.

« Ora se facciamo comunicare con i due poli della pila due
« punti assai distanti del filo metallico di quest'elica, la corrente
« bipartendosi percorre l'elica sull'una parte e sull'altra fra i punti
« di comunicazione, e le direzioni che assume sono tali che il ferro
« dovrà magnetizzarsi presentando i poli laddove sono applicati
« i reofori. (Fig. 5, schema a destra in alto).

« I due pezzi di calamita posti dai due lati della retta che unisce i reofori della pila si possono considerare come due elettro-calamite curve contrapposte, con i poli dello stesso nome in presenza ».

Descritto così l'anello coll'avvolgimento continuo e la polarità che presenta se percorso da corrente esterna, narra la sua invenzione del nucleo a denti:

« Per costruire su tal principio la elettrocalamita con la quale ho montato la mia macchinetta, presi un anello di ferro tornito avente a guisa di rota 16 denti uguali... » e ne dà il disegno. Poi passa a descrivere l'avvolgimento a rocchetti insiti fra dente e dente:

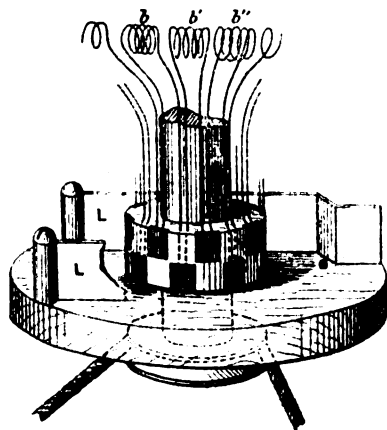


Fig. 8.

« Avvolgendo fra dente e dente di questa ruota di ferro tante eliche o gomitoli bene isolati.... passando da un rocchetto a costruire il successivo ho lasciato libero un fiocco o staffa di filo di rame., ho portato tutti i fiocchi che costituiscono con un capo il fine di un rocchetto e coll'altro il principio del successivo..., al commutatore ». (Fig. 7 ed 8).

Fa funzionare dapprima la macchina così costrutta come motore a corrente continua:

Ponendo in contatto coi due poli di una pila due lamine opposte del commutatore « la corrente bipartendosi percorrerà l'elica..., ed i poli magnetici compariranno nel ferro del cerchio in NS. Sopra tali poli NS agiscono i poli di una elettro-calamita fissa, e determinano la rotazione dell'elettro-calamita trasversale intorno al suo asse, giacchè in essa, anche quando è in movimento, i poli si producono sempre nelle solite posizioni NS che corrispondono alle comunicazioni con la pila ».

Egli aggiunge alla elettro-calamita che forma il campo anche le espansioni polari:

« Ho trovato molto vantaggioso l'aggiungere ai due poli della « elettrocalamita fissa due armature di ferro dolce, delle quali ciascuna abbraccia per più di un terzo di cerchio la ruota che costituisce la elettro-calamita trasversale, ponendole assai prossime « ai denti della medesima e collegandole fra di loro con guide di « ottone ». (Fig. 5 e 7).

Viene poi a descrivere il circuito elettrico che ha costruito, e pone dapprima l'elettro-calamita circolare *in serie* cogli elettromagneti che costituiscono il campo. Poi, ponendo la sua armatura, od elettro-calamita circolare, *in derivazione* sulla elettro-calamita fissa osserva che il momento torcente del motorino è più elevato se esso è eccitato in serie, e dice:

« La macchina agisce anche quando la corrente passa solo per « l'elettrocalamita circolare, ma ha assai meno forza che quando « la corrente passa anche per l'elettro-calamita fissa ».

Misura il rendimento di questo motorino pesando lo zinco disciolto nelle pile quando fa sollevare un peso noto ad una data altezza, ed afferma la fondamentale proprietà meccanica del motore elettrico: di possedere coppia torcente costante.

« Nella disposizione adottata la corrente non cessa mai di circolare nelle eliche e la macchina non si muove per una serie di « impulsi che si succedono più o meno rapidamente, ma per una « coppia di forze che agiscono continuamente ».

Descritto così il motore elettrico a corrente continua dimostra come la stessa macchina sia anche una magneto-elettrica generatrice di correnti continue:

« Quando in luogo della elettro-calamita (che forma il campo) « vi fosse una calamita permanente e si facesse girare la elettro- « calamita trasversale, si avrebbe una macchina magneto-elettrica, « che darebbe una corrente indotta continua diretta sempre nel medesimo verso... I poli *NS* mantengono una posizione fissa anche « quando la elettro-calamita trasversale ruota sul suo asse, quindi « rispetto al magnetismo, e conseguentemente anche alle correnti « indotte, potremo considerare che i rocchetti di rame girino infatti sopra la calamita circolare, restando questa immobile ».

Esamina poi come vari di intensità e di segno la corrente raccolta fra due lamine opposte del collettore, facendo ruotare le spazzole di contatto intorno all'asse che costituisce l'asse magnetico del campo:

« Gli scandagli sul commutatore van posti ad angolo retto con la linea di magnetismo dell'elettro-calamita. La corrente indotta varia di direzione cangiando il verso della rotazione. Ed in quanto al commutatore, quando gli scandagli sono sul diametro corrispondente alla linea di magnetismo, comunque la elettro-calamita giri, essi non raccolgono alcuna corrente. Da tal posizione spostandogli su di un lato si ha corrente diretta in verso contrario a quella che si otterrebbe spostandogli sull'altro lato ».

E tali proprietà dell'anello non si verificano solo se l'anello ruoti fra i poli di magneti permanenti ma anche se il campo sia formato da una elettro-calamita :

« Per far sviluppare una corrente indotta dalla macchina basta avvicinare alla ruota magnetica i poli opposti di due calamite permanenti, o magnetizzare con una corrente la elettro-calamita fissa, e obbligare a girare sul suo asse la elettro-calamita trasversale. Tanto nel primo che nel secondo modo otteneva una corrente indotta continuamente diretta nel medesimo verso ».

Infine enuncia il principio della reversibilità delle dinamo :

« E questo modello ben mostra come la macchina elettromagnetica (cioè il motore descritto prima) sia opposta all'elettromotrice, giacchè nella prima, circolando per i rocchetti la corrente elettrica introdottavi dai reofori, si otteneva il moto della ruota e il suo lavoro meccanico, e nella seconda, impiegando un lavoro meccanico per far girare la ruota, si ottiene... una corrente che circola nei rocchetti e si porta ai reofori per essere introdotta nel corpo sul quale deve agire ».

Da questo fugace accenno ai punti più salienti della Memoria si vede come siano, non vagamente ed incertamente indicati, ma chiaramente descritti ed applicati tutti quei principi che venti anni più tardi, ad opera delle più elette menti di fisici, costituirono tutto un nuovo corpo di dottrina.

Solo un ventennio dopo la costruzione dell'Anello ebbimo la prima, incompleta teoria algebrica della dinamo del Frölich, e poi dopo la teoria del circuito magnetico dell'Hopkinson, i trattati di Silvanus Thompson e del Mascart, i lavori di Gisbert Kapp.

Tutti questi concetti, queste nuove teorie, elaborate da tanti eccelsi ingegni, diedero forma e vita alla teoria della dinamo; ma tutto questo insieme di principi e di applicazioni, io ve lo ho mostrato ora, trovasi nettamente esposto nella Memoria del Pacinotti del 1865, illustrante la costruzione da lui eseguita sin dal 1860.

Quando noi vediamo che le più insigni menti di fisici del tempo nostro schiusero agli studiosi le vie della nuova scienza, vestendo di teorie e di formule matematiche quei concetti che un ventennio prima il modesto studente nel Gabinetto di fisica tecnologica dell'università di Pisa vide ed applicò con sì felice risultato, noi dobbiam dire che l'opera di quell'uomo fu l'opera di un genio! Ed avanti al genio noi riverenti ci inchiniamo.

★★

Il genio creatore del Pacinotti non si arrestò a questa prima costruzione ma ne concepì due altre le quali, se non portano oggi il suo nome come la prima, ciò è solo perchè egli ne diede la descrizione troppo tardi, quando altri aveano già pubblicato e brevettato questi nuovi concetti. Ma per noi elettrotecnici ciò non scema il suo merito come inventore e ci dimostra come la sua mente creatrice non si arrestasse sulla via delle conquiste scientifiche ma, con continuo pensiero e col sicuro possesso delle leggi dell'elettromagnetismo e della variazione del flusso magnetico, riuscisse a creare altre nuove importantissime costruzioni.

Nel fascicolo settembre-ottobre 1874 del « Nuovo Cimento » egli pubblicò la « descrizione del gomitoletto elettromagnetico » da lui co-

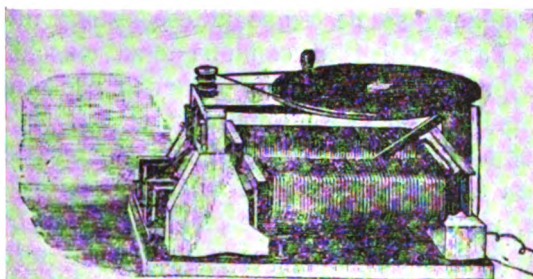


Fig. 9.

struito nell'ottobre 1873. Questo gomitoletto altro non è se non l'avvolgimento brevettato nel 1873 dell'Hefner von Alteneck e conosciuto oggi col nome di avvolgimento Siemens od avvolgimento a tamburo. La macchina del Pacinotti di cui la poco nitida fig. 9 dà appena un'idea della disposizione generale, non v'ha dubbio, possiede l'avvolgimento a tamburo ideato prima di quello dell'Hefner von Alteneck, quello che oggi vediamo applicato in migliaia e migliaia di dinamo e motori.

Il Pacinotti si compiace quasi nella sua *Memoria* a narrare tutte le difficoltà che dovette vincere per trovare un tornitore, un fabbro, un falegname che lo aiutassero a mettere insieme il nuovo apparecchio. Ci descrive poi le esperienze compiute e fra queste che avendo tolto i magneti di campo da una macchina di Clarke e posto fra le loro espansioni questo suo nuovo tipo di armatura, ottenne una corrente che sviluppava 6 centimetri cubi di idrogeno al minuto, mentre, con gli stessi magneti di campo, la macchina Clarke non dava che un quarto di centimetro cubo. Otteneva cioè una corrente 24 volte più intensa.

Ed aggiunge che applicati a far ruotare questa armatura « tre uomini deboli » giunse ad ottenere 14 centimetri cubi di idrogeno al minuto.

Nel leggere questo passo io non posso che esclamare: O Italia nostra, tu non solo non dai ad un Pacinotti un laboratorio meccanico per tradurre in perfetti macchinari le sue invenzioni; tu non poni a sua disposizione potenti motrici per azionare le sue macchine, ma neanche degli inservienti che siano nutriti a sufficienza, giacchè egli è costretto a dichiarare che non potè impiegare se non « *tre uomini deboli!* »

Incorreggibile nel porre in non cale la pubblicazione dei suoi trovati, il Pacinotti se ne venne all'esposizione internazionale di elettricità di Parigi del 1881 con una terza macchina da lui mai pubblicata e pur basata sopra un principio che era affatto nuovo all'epoca in cui egli lo aveva applicato, cioè il 19 maggio 1875 e che egli chiamò « volano elettromagnetico trasversale ».

Non senza aver dovuto vincere la sua resistenza lo inducemmo a pubblicare, almeno per interesse storico, la sua bella invenzione ed infatti la descrizione comparve nel fascicolo settembre-ottobre-novembre 1881 del Nuovo Cimento, dopo sei anni dacchè l'invenzione era stata fatta!

Il volano elettro magnetico altro non è che l'avvolgimento da noi oggi chiamato « a disco » (fig. 10); che sebbene oggi non più usato, perchè dà minor rendimento di altri, pure ebbe notorietà colle macchine Fritsche e Desroziere.

La pubblicazione del Pacinotti nel 1881 fu sventuratamente tardiva perchè lo stesso avvolgimento era stato brevettato da altri, nel 1878, tre anni dopo cioè che il Pacinotti aveva, senza darsi cura alcuna di pubblicarlo, costruito il suo primo « volano elettro magnetico ».

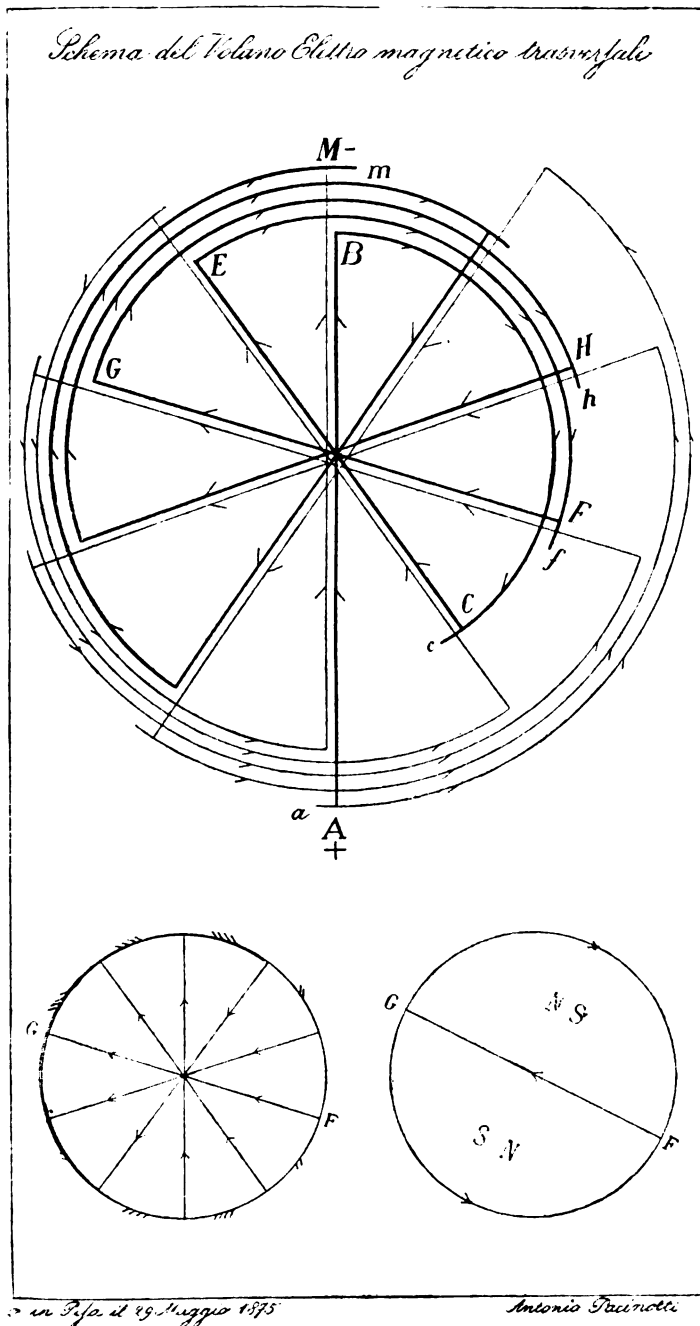


Fig. 10.

In questa nuova costruzione egli non ha più nell'indotto nucleo di ferro dolce, non ha più «*spirali anulari*» ma un sottile volano formato da soli conduttori di rame.

Egli così lo descrive:

«Di lamina di rame ho provvisto un assai forte numero di «*strisce piegate a guisa della lettera D secondo una semicirconfrenza ed il suo diametro, ma di modo che la parte a semicirconfrenza non sia attaccata alla parte diametrale che da un lato, per es. dal lato superiore*».

E questo «*volano*» ruota in un campo così descritto:

«Due elettrocalamite in forma di *EE* rievigate fra loro da «*grosse viti di ottone costituiscono la parte fissa della macchina e stanno fra loro contrapposte con i poli di nome contrario distanti assai poco*» (fig. 11).

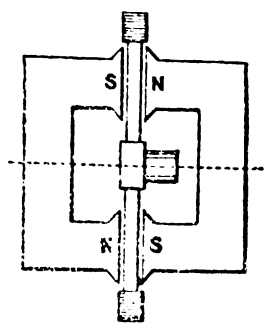


Fig. 11.

Con questa terza importantissima costruzione termina la serie delle invenzioni del Pacinotti, tutte caratterizzate da assoluta originalità e dalla profonda conoscenza dei fondamenti di quella scienza che oggi noi chiamiamo scienza della costruzione delle macchine dinamo elettriche.

E si rimane turbati e si rimane addolorati al vedere come tanto ingegno creatore e tanto sapere non riuscirono a generare che dei rozzi e mal costrutti modelli, che per anni dormirono negli scaffali di un museo di fisica, mentre il mondo anelava, fremeva sentendo giunta l'ora in cui la forza elettrica, la forza la più immane e pur la più docile dell'universo, doveva slanciarsi oltre gli angusti confini dei laboratori, invadere e dominare il mondo intero!

★★

I «*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*» del 17 luglio 1871 pubblicarono una Memoria del signor Zenobio Gramme, presentata dal fisico Jamin, dal titolo: «*Sur une machine magneto électrique produisant des courants continus*».

Cosa affatto singolare; mentre i «*Comptes rendus*» non portano mai tavole o clichés, questa Memoria ha due clichés, uno rappresentante una macchina magneto elettrica con indotto ad anello e

collettore, assolutamente identici all'anello e collettore Pacinotti (fig. 12), l'altro una disposizione sperimentale colla quale si pretende di spiegare il funzionamento dell'anello.

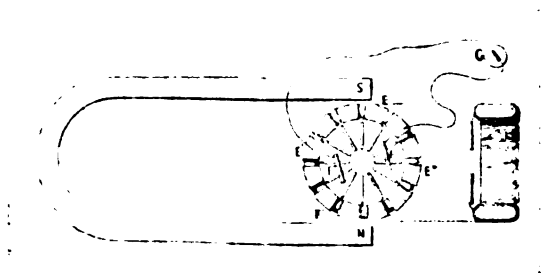


Fig. 12.

Il Pacinotti appena edotto di questa pubblicazione inviò una vibrata lettera di protesta al Segretario perpetuo dell'accademia, protesta che l'accademia accolse e pubblicò in estratto nel vol. 73 dei Comptes rendus, pag. 543, seduta del 28 Agosto 1871, come appresso :

« Sur une machine électro-magnétique, construite en 1860 d'a-
« près le même principe que la machine de M. Gramme. Extrait
« d'une lettre de M. A. Pacinotti à M. le Secrétaire perpétuel.

« Renvoi à la Section de physique).

« Pisa, le 20 Août 1871.

« Je trouve dans le Compte rendu de la séance du 17 juillet
« 1871, une Note de M. Gramme sur une machine magnéto-électrique
« produisant des courants continus, laquelle a été construite d'a-
« près le principe de l'électro-aimant transversal que j'avais em-
« ployé moi-même, en 1860, à la construction d'une machine élec-
« tro-magnétique que j'utilisais également pour produire un courant
« induit continu. J'avais publié alors une Note contenant la descrip-
« tion et même le dessin de ma petite machine, dans le tome XIX
« du journal *Il Nuovo Cimento*. Je vous envoie un exemplaire de
« cette Note, en vous priant de vouloir bien la présenter à l'Aca-
« démie, à l'appui de ma réclamation.

« Je ne conteste pas à M. Gramme le mérite d'avoir étendu le
« principe de l'électro-aimant transversal, en plaçant autour de lui
« plus de deux pôles influençants; mais je désirerais qu'il fut bien
« constaté que l'électro-aimant tournant, muni de son commutateur

« et influencé par les pôles d'un electro-aimant fixe, avait été construit par moi, dès 1860; il produisait un courant induit continu, « indiquant à la boussole une assez forte intensité pendant qu'il passait à travers un voltamètre. Ma machine est encore conservée « dans le cabinet de physique technologique de l'Université de Pise ».

L'accademia non poteva che prendere atto della protesta senza entrare nel merito della priorità dell'invenzione, ciò che correttamente fece. Che cosa avrebbe potuto fare allora il Pacinotti per rivendicare il suo diritto di priorità?

Siccome il Gramme aveva avuto ben cura di proteggersi con brevetti prima di inviare la Memoria all'accademia, il Pacinotti avrebbe potuto attaccare di nullità i brevetti Gramme avanti ai tribunali ordinari.

Ma a che pro intentare un lungo e costoso processo per nullità di brevetto? Quando anche fosse riuscito a far dichiarare di pubblica ragione la costruzione dell'anello qual vantaggio ne sarebbe potuto venire al Pacinotti?

Egli sin dal 1860 aveva tenuto la sua macchina inoperosa e, dopo un tentativo di cui appresso diremo, per farla costruire industrialmente, ne aveva abbandonato il pensiero. Il Gramme, invece, mentre presentava nel 1871 la sua Memoria ad un'accademia scientifica ed aveva preso il 22 novembre 1869 il brevetto francese sempre col suo solo nome, aveva chiesti i brevetti italiano ed inglese il 30 luglio ed il 9 giugno 1870 a nome di Zenobio Gramme ed Eardley Louis Charles D'Ivernois, facendo così addivedere che mentre riservava a se il merito della invenzione si era associato ad altri per poter tradurre in pratica i brevetti.

Il Gramme doveva indubbiamente aver creato nel 1871-72 una organizzazione industriale per costruire e lanciare le sue machine. Infatti trovo la descrizione della prima piccola magneto, « per uso di laboratorio e terapeutico » che abbia realmente funzionato, nel giornale « Les Mondes » del marzo 1872 e nei « Comptes rendus » del 7 ottobre 1872, pag. 831. E subito dopo la descrizione di due più grandi costruzioni (Comptes rendus, 2 dic. 1872, pag. 1498) di cui una per galvano p'astica destinata allo stabilimento Christoffe e l'altra per luce richiedente ben 4 cavalli di forza.

Non v'ha dubbio quindi che la dichiarazione di pubblica ragione della costruzione dell'anello Pacinotti nulla avrebbe a lui giovato e forse neanche nociuto al Gramme, perchè in simili casi si avvantaggia di una invenzione, più che colui che ne possiede il bre-

vetto, quegli che ha creato la più potente organizzazione per metterla in valore.

★★

Se il Pacinotti non ebbe capitalisti ed officine meccaniche per poter lanciare nel mondo le sue macchine ebbe a difensori della priorità della invenzione dell'anello scienziati ed elettrotecnici illustri.

Il fisico francese Gauguin pubblicò nei « Comptes rendus » del 15 luglio 1872 (vol. LXXV, pag. 138) una lunga Memoria « Sur les courants d'induction développés dans la machine de M. Gramme ». Partendo dalla disposizione sperimentale citata dal Gramme nei



Fig. 13.

« Comptes rendus » del 1871, (fig. 13) quale presunta dimostrazione del funzionamento dell'anello, cui accennammo sopra, giunge alla conclusione che per lo spostamento di una calamita permanente parallelamente a se stessa, lungo l'elica fissa $E E'$ circondante un cilindro di ferro e chiusa su di un galvanometro « la somme des actions « inductives sera sensiblement nulle ».

Ciò del resto è evidente e noi diremmo oggi più semplicemente che la corrente indotta è nulla perchè la variazione di flusso nell'elica $E E'$ è nulla. Solo può variare, spostando il magnete, l'intensità del campo e quindi aversi per questo fatto un effetto induttivo, ciò che nulla ha a vedere colla dimostrazione che il Gramme si era proposto di dare.

Nel 1873 il Pacinotti inviò la sua macchina all'Esposizione internazionale di elettricità di Vienna, ove uno dei Commissari italiani, l'ingegnere Lattes, ebbe a mostrarla al Siemens che assai diligentemente la esaminò.

In quel tempo il Gramme aveva introdotto nelle sue macchine il principio dell'auto eccitazione, principio che notoriamente non gli

apparteneva, come risulta dal seguente passo dell'Hospitalier in un suo articolo sulle macchine Gramme (Lum. Élect., 1880, pag. 174).

« Les premiers machines construites en 1872 portaient deux anneaux dont un pour exciter, comme dans la machine Wilde.

« En 1873 M. Gramme mit les inducteurs dans le même circuit que l'induit et supprima ainsi un anneau; c'est une application du principe présenté le 4 février 1867 à la Société Royale de Londres par M. M. Siemens ».

Il Siemens giustamente adirato dell'usurpazione di questo principio che a lui apparteneva scrisse al Pacinotti la lettera che segue:

« Berlino, 12 febbraio 1875.

« Signor Prof. Antonio Pacinotti - Bologna,

« La Giuria internazionale in Vienna, della quale io faceva parte, le assegnò una medaglia pel progresso sopra il suo geniale motore ad anello elettro-magnetico, descritto nel *Nuovo Cimento* dell'anno 1864.

« Per quanto io sappia, la sua descrizione non è comparsa nè in lingua tedesca, nè in francese, nè in inglese e quindi è da ascrivere a ciò che la sua macchina adesso da per tutto passa come invenzione del signor Gramme in Parigi.

« Gramme medesimo nella sua pubblicazione non ha citato il suo nome, come pure ha presentato l'applicazione della sua macchina come dinamo-elettrica, elettro-motore a corrente uniforme, nel quale la corrente prodotta stessa eseguisce la magnetizzazione dello elettromagnete, come cosa sua spontanea senza citare nemmeno il mio nome.

« Io credo che occorra a Lei quanto a me di fare opposizione contro questa usurpazione. Mi permetto quindi di rivolgerle la domanda, se Ella non fosse disposta di comunicare la sua descrizione del *Nuovo Cimento* ad alcuni giornali tecnici per la pubblicazione. Io son volentieri disposto di fare una traduzione tedesca del suo articolo insieme ai disegni, ed inviarla al giornale politecnico Dingler in Augsburg, ed anche di provvedere per una pubblicazione in Inghilterra, quando Lei me ne autorizzi.

« Le presento i miei ossequi.

Devotissimo

Dott. WERNER SIEMENS

Membro dell'Accademia delle Scienze in Berlino

Markgrafen Str. 94

★★

È necessario ora interrompere per poco l'esposizione del pensiero dei fisici e degli elettricisti sull'opera del Pacinotti per esporre invece il pensiero del Gramme, come risulta dai brevetti da lui presi.

Il primo brevetto francese « Perfectionnements apportés aux « machines magnéto électriques » rimonta al 22 Novembre 1869. Contiene la descrizione di cinque macchine magneto elettriche basate sul seguente principio:

« Ces perfectionnements consistent à produire des courants d'induction continus dans des bons conducteurs enveloppant de la « matière magnétique en y déplaçant le magnétisme sans la desai-
« manter ».

Questo enunciato che nulla dice, questo principio che può applicarsi ad un qualunque elettromagnete sottoposto ad induzione pe-

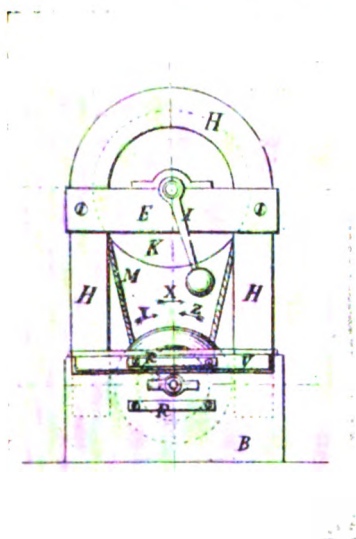


Fig. 14.

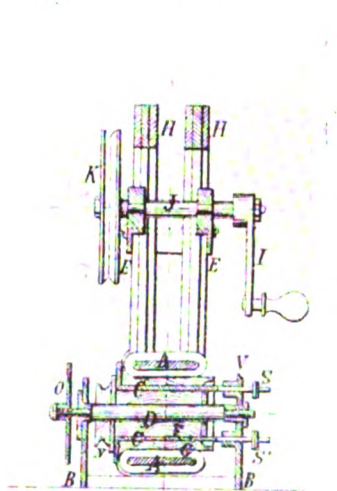


Fig. 15.

riodicamente variabile, nulla ha a vedere coll'anello e col collettore!

Il Pacinotti in proposito osserva con gravi parole: (Lett. ai Giurati Esp. Torino 1884 - Pisa, tip. Pieraccini, 1884):

« Come la prima presentazione di macchine a corrente continua costruite dal Gramme venne fatta all'Académie des Sciences

« nel 17 luglio 1871, vi è luogo a supporre che nelle epoche 1870, 1869, nelle quali intanto si provvedeva dei brevetti, il Gramme non avesse ancora costruito ed sperimentato e si affidasse alle nozioni avute dalla mia Memoria cercando di dargli un aspetto nuovo ed una tinta di originalità che per la massima parte gli riuscì falsa ».

Esaminiamo ora le rivendicazioni.

La prima rivendicazione Gramme si riferisce ad una macchina magneto elettrica con anello e collettore Pacinotti.

In fig. 14 e 15 vedonsi i magneti di campo disposti come in una Clarke aventi fra i poli l'anello *AA*.

Tante barrette isolate *CC* parallele all'asse di rotazione comunicano ciascuna col termine di una bobina elementare dell'anello e col principio della successiva.

Il collettore risulta dalla riunione frontale delle punte di queste barrette, insieme strette, e si presenta in un piano normale all'asse sicchè può chiamarsi collettore frontale. Su di esso vanno a far contatto due piccoli piuoli molleggianti *SS'* disposti come due puntali, disposizione questa poco felice e certo non atta a funzionare.

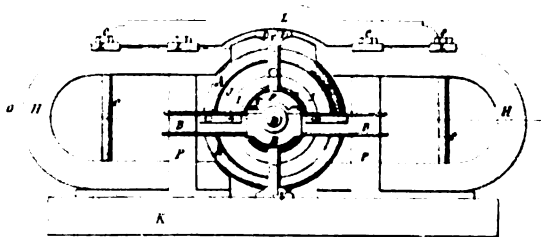


Fig. 16.

La seconda rivendicazione (fig. 16) ricorda nella disposizione dei magneti e dell'anello lo schizzo Pacinotti del 1858 (fig. 2). Anche qui il collettore è frontale con contatti a puntale.

La terza rivendicazione (fig. 17) rappresenta una ottima disposizione di elettromagneti di campo per una dinamo esapolare. È questo il primo accenno a quel corretto disegno di macchine che fu poi sempre seguito dal Gramme e formò il pregio delle sue in-

numerevoli costruzioni. L'anello e il collettore sono però come nelle precedenti rivendicazioni.

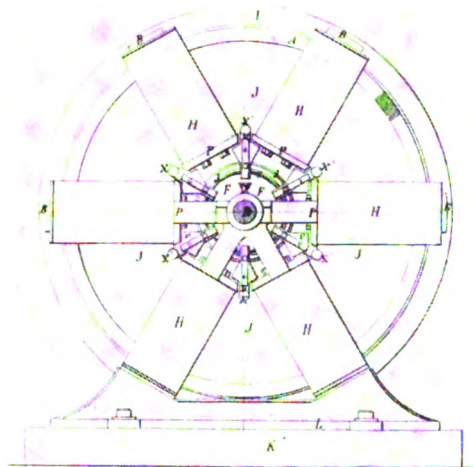


Fig. 17.

Inconcepibile è invece la quarta rivendicazione. La fig. 18 mostra due gruppi di barre magnetiche HH fra i poli delle quali ruo-

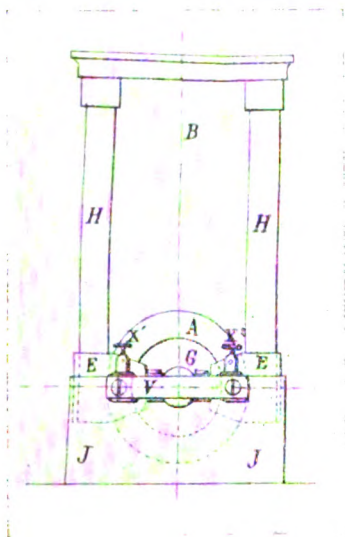


Fig. 18.

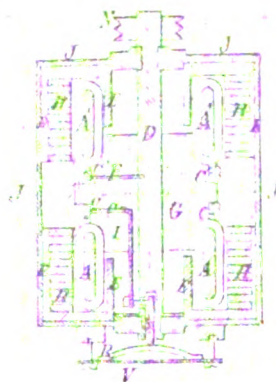


Fig. 19.

tano due anelli AA , $A'A'$ (fig. 19) su cui sono avvolti i rocchetti elementari comunicanti coi loro estremi, invece che con un collet-

tore, con due anelli di ottone connessi elettricamente uno coll'asse in *F*, l'altro con un conduttore ed una molla isolati dall'asse *CSRV*.

Il Pacinotti davanti a questo mostruoso concetto osserva:

« Di tutte le coppie di piccoli rocchetti, tutti gli estremi di in-
« cominciamento comunicando con un anello di ottone e tutti gli
« estremi finali comunicando con un altro anello, la differenza di
« potenziale fra questi due anelli durante la rotazione diveniva nulla,
« l'intensità delle correnti continue che il Gramme voleva raccogliere
« senza commutatore era zero ». E più avanti:

« La 4.^e *disposition*... dove il mio commutatore trasversale era
« soppresso mostra che il Gramme quando chiedeva la privativa
« sulla mia macchina non la intendeva o figurava di non intenderla ».

Ed infatti questa rivendicazione è inconcepibile; non si tratta più di brevettare una macchina che forse non si è mai costruita ma, dopo di aver descritto tre diverse macchine possedenti anello e collettore e di averne giustificato il funzionamento, di pretendere che si possa ottenere corrente continua con un anello Pacinotti senza il collettore! Ciò prova che se il Gramme, nelle prime tre rivendicazioni, aveva disegnato un collettore non ne aveva affatto compreso nè il funzionamento nè l'assoluta necessità.

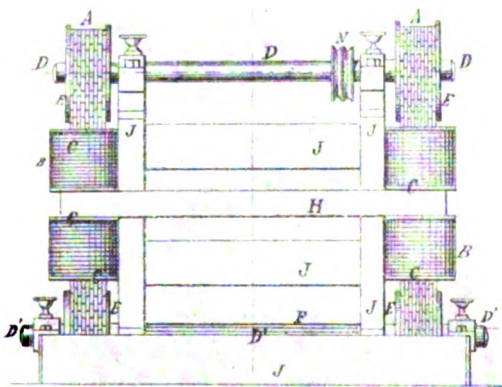


Fig. 20.

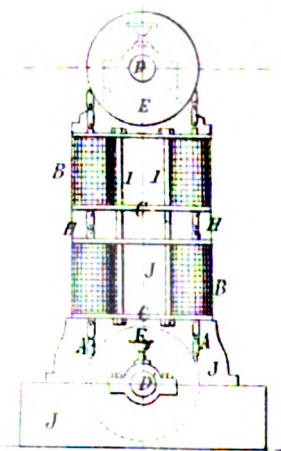


Fig. 21.

La 5^a rivendicazione è ancora più stupefacente. Sopra e sotto gli estremi di 8 sbarre calamitate *H* (fig. 20 e 21) sono fissate 8 bo-

bine vuote; due catene di ferro, a maglie piatte, possono scorrere avanti ai poli delle sbarre *H* percorrendo nel senso dell'asse l'interno delle bobine.

Nel leggere questa rivendicazione il Pacinotti perde la sua abituale calma ed in uno sfogo furibondo, scrivendo mezzo francese, mezzo italiano, dice:

« Questa 5^e *disposition* è il sistema Gramme, la *véritable* invenzione del Gramme; questa 5^e *disposition* è la macchina industriale della quale il Gramme può dirsi senza contestazione *le premier inventeur*; peccato che non la abbia ancora messa in commercio.

« Se il Gramme avesse domandato la privativa sopra disposizioni costruite e sperimentate è chiaro che non avrebbe voluto posare questa 5^e *disposition* dei rocchetti vuoti fissati alla calamita e traversati dalla catena di ferro mobile. Del resto avendo una così bella 5^e *disposition* per la quale poteva dire veramente *une machine telle à permettre d'obtenir à volonté des courants d'induction sans l'intervention de commutateurs*, perchè mai nel medesimo brevetto... volersi prendere anche una cosa del tutto differente e già di pubblica ragione, la mia macchina ad elettro calamita trasversale ad anello? »

Il brevetto Gramme italiano, posteriore al francese di 8 mesi,

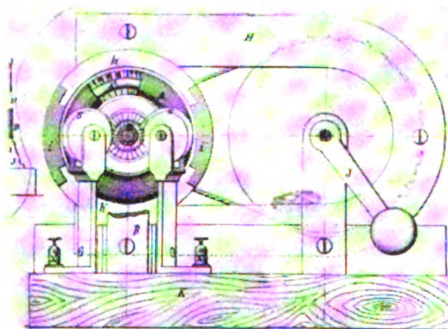


Fig. 22.

porta in più di questo una 6^a rivendicazione che ha per il nostro esame la massima importanza.

In essa vediamo per la prima volta le espansioni polari *hh'* (fig. 22) esattamente come nella macchina Pacinotti e poi i contatti

col circuito esterno non più fatti a mezzo di due puntali, ma da due sfregatoi a roteila SS' come nella macchina Pacinotti (vedi kk in figura 5 (disegno in basso)).

Di questa rivendicazione dice il Pacinotti:

« Nella 6^e *disposition* il Gramme si volle prendere dal disegno della mia macchina anche i rulli di comunicazione sul commutatore ed anche le armature o espansioni polari che egli chiama impropriamente poli addizionali. Ora tali importazioni, per chi le discuta spassionatamente, debbono costituire altri indizi che il Gramme aveva sott'occhio il mio disegno e se lo appropriava senza molto discernimento.... »

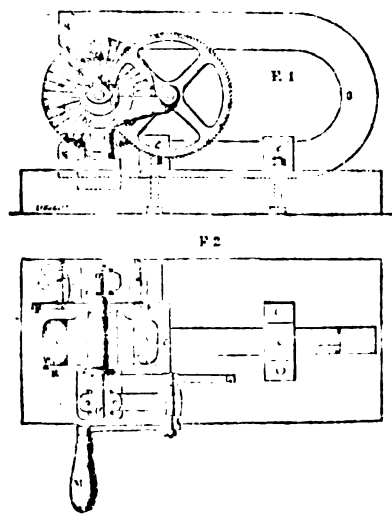


Fig. 23.

« Certo vi son casi nei quali le espansioni polari da me aggiunte alla elettro cal'amita fissa influenzante riescono utilissime, « ma nel caso che l'anello indotto giri fra le branche di una cala- « mita permanente nel loro stesso piano, possono essere supplite da « incavature fatte nell'acciaio della calamita, come il Gramme stesso « ha praticato quando ha effettivamente costruito la disposizione « n. 6. Per il caso speciale che disegnava nella privativa tale im- « portazione non era nemmeno opportuna, il che è inizio di goffa « copiatura ».

Il brevetto inglese, di sei mesi posteriore al francese e di due mesi circa anteriore all'italiano, non contiene che la sola descrizione dell'anello e del collettore e non ha figure nè rivendicazioni. Gli sfregatoi sono descritti come formati da « metal springs, rollers or other conducting rubbers ». Niun accenno è fatto ad espansioni polari.

Successivi complementi dei brevetti, francese del 27 febbraio 1872 ed inglese del 26 aprile 1872, rivendicano la costruzione delle spazzole di contatto in forma di fasci di fili metallici applicati normalmente, tangenzialmente, ed obliquamente « pour remplacer les frotteurs rigides ».

Con questa data (1872) e con questi brevetti complementari ritengo sia incominciata la costruzione delle macchine tipo Gramme. La piccola magneto per usi terapeutici e di laboratorio cui già accennai, (fig. 23 e 24) costrutta dal Breguet e pubblicata sulla « Re-

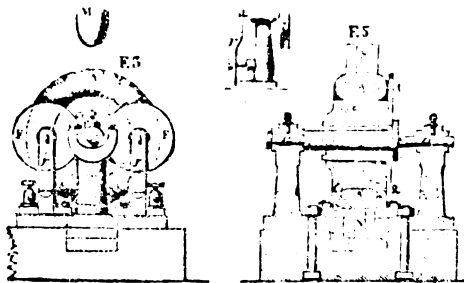


Fig. 24.

vue Industrielle » e nei « Mondes » del marzo 1872, e di cui parlasi anche nei « Comptes rendus » 7 ottobre 1872, ritengo che sia stata la prima costruzione del Gramme. Non potei trovar in alcun luogo indicazioni relative a precedenti costruzioni.

La magneto Gramme-Breguet del marzo 1872 (fig. 23) realizza la 6ª rivendicazione del brevetto italiano (fig. 22) meno le espansioni polari, affatto inutili in codesto caso e che sono opportunamente rimpiazzate da incavi nei magneti.

I contatti sul collettore frontale sono fatti con due rulli *FF* spinti da molle *r* (fig. 24).

Per piccole intensità di corrente questa disposizione poteva funzionare con buon risultato.

Ma intanto ecco preso il brevetto per le spazzole formate da fili metallici ed ecco costruite le due prime macchine per uso industriale delle quali è notizia nei « Comptes rendus » 2 dicembre 1872, pag. 1498. Ivi si legge infatti:

« Les frotteurs ou recouilleurs de courants sont aussi d'un système tout nouveau; ils se composent d'un grand nombre de fils de cuivre maintenus ensemble... ».

Queste due prime macchine industriali a corrente continua erano una macchina a galvanoplastica per lo stabilimento Christoffe, capace di deporre circa 600 grammi di argento all'ora, avente due anelli, uno per l'eccitazione degli elettromagneti formanti il campo, l'altro per il circuito esterno. L'altra era una macchina a luce, avente tre anelli di cui uno per eccitare i magneti di campo, gli altri due posti in serie per raggiungere la tensione di 105 elementi Bunsen.

« L'axe de la machine tournant à 300 tours par minute avec une dépense d'environ 4 chevaux de force j'ai obtenu une lumière égale à celle de 900 becs carcel », dice il Gramme.

Lasciando da parte le cifre, giacchè 900 carcel rappresentano quasi 9000 candele Hefner, ed è difficile con una macchina primi-

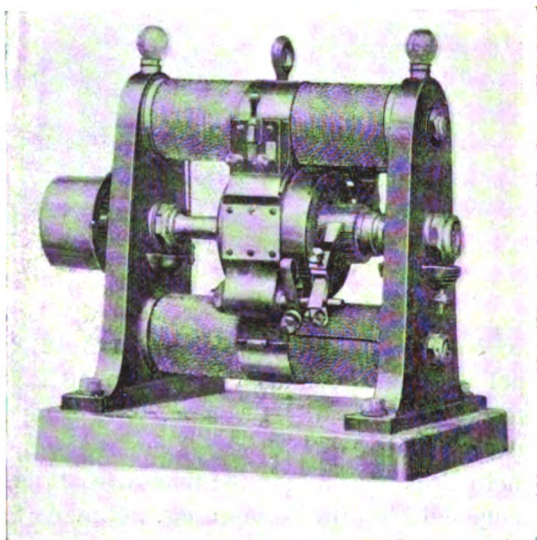


Fig. 25.

tiva che assorba 4 cavalli di alimentare un arco di 9000 candele, resta il fatto che solo nella seconda metà del 1872 si costruirono

due macchine industriali tipo Gramme. Queste poi nel 1873 dopo che egli si era appropriato il principio elettro dinamico, assunsero la forma a noi tutti ben nota (fig. 25) detta « Type A ou type d'atelier » origine della serie delle costruzioni Gramme.

★★

Nel 1881 si riuniva in Parigi insieme all'Esposizione internazionale di elettricità il primo congresso internazionale di elettricità indetto per stabilire le nuove unità elettriche, quelle che poi furono chiamate volt, ampere, ohm, ecc.

Il Professore Giliberto Govi dell'Università di Napoli era Commissario italiano della Esposizione.

Uomo di grande coltura, assai conosciuto ed apprezzato in Parigi, ove era stato per molto tempo membro della Commissione centrale metrica, volle approfittare del favorevole momento per rivendicare in modo solenne la priorità della invenzione dell'Anello.

Il Govi possedeva nella mostra italiana le tre macchine costrutte dal Pacinotti. Egli, tanto si adoperò nello spiegarle ed illustrarle a tutti i fisici che erano delegati dei vari governi al Congresso, che ottenne fosse tenuta una solenne seduta, sotto l'egida della Società degli ingegneri telegrafici ed elettricisti di Londra, nella quale le tre macchine fossero presentate ed illustrate dal Pacinotti stesso.

Ma frattanto avvenne un singolare incidente. Una mattina fu portato al Govi un « petit bleu », dispaccio di città, colla notizia che il Pacinotti era stato trasportato all'Ospedale Saint Antoine con un braccio rotto. Il Govi diede allora a me, che era suo aiuto nella organizzazione della mostra italiana di elettricità, l'incarico di rilevare il Pacinotti dall'Ospedale e di condurlo all'« Hôtel de le Gironde » ove egli abitava.

Trovai il Pacinotti in un letto d'ospedale ilare e sorridente che mi raccontò come, volendo scendere da un omnibus in moto, pensò che sarebbe stato risolvere un elegante problema di meccanica l'imprimersi una quantità di moto uguale e contraria a quella che l'omnibus imprimeva a lui quando era nell'atto di spiccare il salto dal predellino e così trovarsi sulla strada in perfetto equilibrio. Invece sembra che egli non facesse bene il calcolo e si impresse una eccessiva quantità di moto sicchè cadde a faccia innanzi, spezzandosi il braccio!

Mi incaricò poi di andare a ritirare il suo bagaglio dalla stanza ove abitava. Trovai, dopo molto cercare, in una casetta ad un piano di fronte ai binari delle « Gare de Lyon » un « débit de vin » ove egli aveva dimorato in un soppalco cui si accedeva da una scaletta di legno che si apriva proprio innanzi al bancone di stagno ove l'ostessa mesceva il vino agli operai della stazione.

Al mio dolce rimprovero perchè, avendo egli tanti amici a Parigi, non ne avesse incaricato uno di trovargli un migliore alloggio egli mi rispose in pretto dialetto pisano: « *Ma che ruole se i governo un ci paga, va!* »

Il Pacinotti presto si rimise e, col braccio ingessato appeso al collo, intervenne il 24 settembre 1885 alla memoranda seduta indetta nella Sala delle conferenze del Congresso.

Voglio ricordare alcuni fra i nomi dei grandi fisici ed elettricisti che erano delegati dai rispettivi governi a quel congresso, che fu il primo ed il più importante di quanti abbiamo mai avuti in elettrotecnica:

Per la Germania vi erano Clausius, Helmholtz, Kirchhoff, Siemens, Wiedemann, du Bois Reymond.

Per la Francia, Cornu, Fizeau, Jamin, Deprez, Joubert, Mascart.

Per il Belgio, E. Gerard, Gramme.

Per l'Inghilterra, Ayrton, Latimer Clark, Crooks, De la Rue, Dewar, Hopkinson, Fleeming, Jenkin, Lord Rayleigh, Lord Kelvin, Tyndall.

Per la Svizzera, Weber.

Innanzi a questo grave consesso delle deità dell'Olimpo elettrico il Govi espose la storia dell'invenzione della dinamo e proclamò la priorità dell'invenzione Pacinotti. Quando il modesto fisico italiano si presentò al banco presidenziale e, chiudendo un commutatore, pose in rotazione la sua macchinetta, scoppiò nella sala un applauso unanime e formidabile.

Il Pacinotti ringraziò con le seguenti parole:

« J'ai besoin d'exprimer d'abord ma reconnaissance à M. le Prof. Govi de ce qu'il a fait pour mettre en évidence ma priorité dans la construction, l'usage et l'explication de l'électro-aimant transversal, et pour m'avoir invité à me rendre ici, où j'ai été reçu avec tant de bienveillance. »

« Ma reconnaissance je dois la témoigner encore à tous les Ingénieurs constructeurs qui ont produit des machines électromagnétiques et magnéto-électriques d'après le principe de mes électro-aimants transversaux, et qui en ont montré de la sorte toute l'importance.

« Enfin je dois exprimer encore ma reconnaissance à toutes les Personnes ici présentes, qui ont bien voulu prendre quelque intérêt à l'exposition de l'origine et de la théorie de mon électro-aimant transversal ».

Dopo il congresso di elettricità di Parigi del 1881 fu universalmente ammessa la priorità dell'invenzione Pacinotti, lasciando al Gramme il merito, non piccolo davvero, della costruzione delle prime macchine industriali a corrente continua.

Scorrendo i giornali tecnici e le pubblicazioni di quell'epoca trovo dei passi che non posso trattertermi dal citarvi.

Frank Geradly, ben noto collaboratore della « *Lumière Électrique* » (Lum. Élect., 28 dic. 1881), intitola un articolo:

« Une forme industrielle de la machine Pacinotti » e, descrivendo una dinamo del De Meritens, dice:

« C'est l'appareil longtemps oublié de Pacinotti dont la frappante analogie avec la machine Gramme a été reconnue de tous à l'Exposition ».

Ed Auguste Guerot, altro collaboratore della *Lumière Électrique* in un articolo sulla storia delle dinamo (Lum. Élect., 1 Juillet 1882, pag. 14) dice dell'a macchina Pacinotti e della Memoria che la descrisse nel *Nuovo Cimento*:

« Il est impossible de décrire plus nettement les dispositions essentielles de la machine à anneau actuelle envisagée comme moteur. Le collecteur même que certaines personnes refusaient à Pacinotti est parfaitement décrit sous le nom de commutateur et sa disposition en incrustations alternées peut même, dans certains cas, être supérieure à l'arrangement actuel. Le détail de la figure 15 que nous avons établi d'après la machine exposée au Palais de l'Industrie, montre d'ailleurs qu'il ne peut rester aucun doute à cet égard.

« Mais Pacinotti n'a pas seulement considéré son appareil comme un moteur, il a compris qu'il constituait aussi une source d'électricité:

« Pacinotti a donné alors de son appareil la théorie même qu'en
« donne aujourd'hui tous les traités de physique...

« Pacinotti est donc bien l'inventeur de la machine à anneau,
« mais il ne faudrait pas, comme on l'a fait, le considérer comme
« ayant appliqué le principe de la surexcitation, parce que son ap-
« pareil contient deux électros et que, quand il fonctionnait comme
« moteur, ces électros étaient dans le même circuit que l'anneau...

« Le principe de la surexcitation, a donc échappé à Pacinotti
« mais on voit que, si l'on admet 1861 comme date de la construc-
« tion de sa machine, il peut être considéré comme ayant le pre-
« mier employé comme inducteurs les électro-aimants excités par une
« source extérieure. Si l'on ne s'en rapporte qu'à la date de la pu-
« blication de son mémoire (juin 1864), il n'est sur ce point que
« de très peu postérieur à Wilde.

« Comme on le sait, la machine de Pacinotti resta oubliée dans
« le cabinet de physique de l'Université de Pise.... et la machine à
« anneau n'a commencé à entrer dans la pratique que quand Gram-
« me, en 1871, découvrit sa machine qui reproduisait absolument
« les dispositions principales de celle de Pacinotti. Plus heureux que
« le physicien italien, M. Gramme eut le bonheur de trouver des ca-
« pitaux et de voir, grâce à ce concours puissant, sa machine devenir
« le point de départ des progrès actuels, mais c'est à Pacinotti que
« revient l'honneur d'avoir le premier trouvé le principe si fécond de
« l'anneau et du collecteur ».

E l'« Engineering » ben noto giornale inglese, altamente apprezzato dai tecnici, (Eng., vol. 32, 1881, pag. 266) dice:

« In confronto colle altre macchine esposte, non esitiamo a
« dire che l'esposizione del Pacinotti, la quale include altri appa-
« recchi incorporanti i principi di più moderni sviluppi, è una delle
« più istruttive ed interessanti della esposizione di Parigi; e siamo
« sicuri che tutti gli elettricisti, siano o no interessati in speciali
« sistemi di illuminazione elettrica, debbono riconoscere che al Pa-
« cinotti è dovuto il merito di avere per primo inventato la disposi-
« zione, che su tante forme fu incorporata nei generatori elettrici dei
« nostri giorni; e questo fatto deve per sempre dargli una nicchia
« nel Tempio dell'arte scoperta, secondo in questo ramo della scienza
« applicata solo ai grandi nomi, sopra ricordati (questi sono Oer-
« sted, Ampère, Arago, Farady) ».

Gustavo Wiedemann nel suo « Die Lehre von der Electricität » (v. II, pag. 372, 1882) dice:

« Macchina dinamo-elettrica Pacinotti. — Il principio di queste connessioni di fili delle spirali indotte è contenuto nella macchina magneto elettrica costrutta nell'anno 1860 da' Pacinotti...

« Questo principio venne in valore pratico soltanto nella macchina « di Gramme ».

E tralasciando altre citazioni mi basterà rammentare i due famosi telegrammi di Galileo Ferraris diretti al Pacinotti ed al Gramme. Dico famosi perchè se, letti insieme, esprimono nettamente il suo pensiero, il secondo, preso isolatamente può dar luogo, come diede, ad una falsa interpretazione.

Possediamo però il commento ai telegrammi fatto dal Ferraris stesso nella « Gazzetta Piemontese » del 13 giugno 1884, come appresso:

« In un banchetto che ebbe luogo fra gli espositori e gli ordinatori della sezione internazionale di elettricità della Esposizione Generale, il signor Ing. Sacquet, Direttore tecnico e rappresentante della casa Sautter Lemonnier e C., (che costruisce macchine Gramme) fece la proposta che si inviasse con un telegramma un saluto al Pacinotti.

« La proposta fu accolta fra gli applausi ed il telegramma venne redatto e spedito nei termini seguenti:

« *Prof. Pacinotti. — Pisa*

« Espositori ed ordinatori mostra internazionale elettricità Torino, riuniti banchetto inviano saluto professore Pacinotti, primo inventore macchina dinamo elettrica a spirale anulare.

Presidente: FERRARIS ».

All'atto leale del signor Sacquet, atto che per la nazionalità e per la posizione di questo egregio ingegnere assumeva il carattere di cortesia squisita, gli italiani presenti non potevano non rispondere con un altro atto di pari giustizia e cortesia.

« *Gramme, 15 Rue Drouot - Paris*

« Expositant et organisateurs exposition d'électricité Turin réunis banquet saluent Monsieur Gramme premier inventeur machines dynamos industrielles.

FERRARIS, Président ».

★ ★

Il 7 ottobre 1905 fu inaugurato a Liegi il monumento commemorativo a Zenobio Gramme, eretto per la pubblica sottoscrizione promossa dagli ingegneri usciti dalla scuola di Liegi.

Sul basamento assai grandioso (fig. 26) è in centro il busto in bronzo del Gramme, un busto colle braccia che sorreggono una dinamo. Il busto, per campeggiare, poggia sopra un'alta base ai piedi della quale un genio femminile, elettricità o vittoria, o forse



Fig. 26.

l'elettricità vincitrice, reca nella destra un mazzo di fulmini, nella sinistra una palma. Due gruppi marmorei si elevano dallo zoccolo: quello di destra rappresenta Gramme che lavora da falegname, quello di sinistra Gramme che medita.

Ben giusto e doveroso era l'omaggio che gli ingegneri belgi rendevano ad un uomo che già umile falegname, col suo grande ingegno ed il lavoro perseverante ed illuminato di un ventennio, aveva costruito la prima dinamo industriale a corrente continua e numerosi tipi di dinamo per varie industrie.

Senonchè il prof. Eric Gerard, che lesse il discorso inaugurale del monumento, non fu esatto nel riferire la storia dell'invenzione della macchina ad anello, storia che egli certo non poteva ignorare avendone seguito tutte le fasi.

Riferirò la parte del discorso Gérard che a noi interessa:

« Nel 1860 viveva in Italia in una città universitaria distante da ogni attività economica un ricercatore ingegnoso quanto scienziato, il prof. Pacinotti. Egli trovò un motore elettrico di cui il

« principio di costruzione era quasi identico a quello della macchina generatrice Gramme.

« Trovandosi in un ambiente poco industriale, ed essendo versato per le scienze pure, Pacinotti non cercò, o non trovò, il mezzo di diffondere il suo apparecchio e di mostrarne l'importanza che esso poteva acquistare utilizzando la sua reversibilità per la produzione dell'energia elettrica. Come mai Gramme sì lontano dal mondo scientifico italiano potè aver raggiugli dei lavori del professore Pacinotti?

« Nessuno ha mai dubitato, di quelli che conobbero l'inventore belga, che la sua opera non fosse interamente originale. Egli ebbe inoltre il merito di porla in rilievo con una pertinacia tanto più modesta per la sua umile situazione. Le testimonianze più competenti sono d'altronde venute a rassicurare Gramme, se egli ha potuto temere che la novità della sua opera gli fosse contestata. Il suo celebre emulo Werner Siemens in un discorso pronunziato a Berlino il 27 gennaio 1880 concludeva, dopo una esposizione storica delle macchine elettriche, che Gramme aveva realizzato la prima macchina praticamente utilizzabile per la produzione di correnti intense.

« Nel 1898 l'illustre Ferraris, il compatriota del prof. Pacinotti salutava pubblicamente Gramme l'inventore della dinamo industriale ». (Elettricista, 15 ottobre 1905).

Qui è il caso di ripetere: non basta dir la verità; bisogna dire tutta intera la verità, niente altro che la verità!

Come poteva il Gerard, che era Commissario al Congresso di Parigi del 1881 ove aveva certamente veduto la macchina Pacinotti, dire che « il principio di costruzione era quasi identico a quello della macchina generatrice Gramme?

Ed il « pubblico saluto » del Ferraris nel 1898 non poteva essere che il secondo dei telegrammi del 1884 sopra riferiti, giacchè il Ferraris morì il 7 febbraio 1897. Ed ho già fatto osservare come il riportare il secondo telegramma senza del primo significa voler creare facile equivoco.

Infine la conferenza Siemens, 27 gennaio 1880 va letta per intero (Wiss. u. Tech. Arb. von. Werner Siemens, II, auf. II Band pag. 396, Berlin, Spinger, 1891). Vi troviamo, infatti quello che dice il Gérard ma dell'altro ancora:

« La scienziato italiano Pacinotti scoprì quello che prese da lui
« il nome di Anello Pacinotti. Questo si compone....

« Grazie all'Anello Pacinotti noi avevamo acquistato il mezzo
« di generare una corrente indotta senza cambiamento di polarità
« del ferro...

« Gramme in Parigi ebbe il gran merito di applicare per il primo
« il mio principio elettro-dinamico all'anello Pacinotti e con ciò di
« costruire per il primo un generatore di corrente di pratico uso per
« correnti intense ».

Ed in altra conferenza tenuta all'Accademia delle Scienze di Berlino il 18 novembre 1880, (Ibid., pag. 446), il Siemens dice:

« A quanto sembra il Pacinotti ha applicato la sua macchina ad
« anello soltanto alle costruzioni di piccole magneto elettriche gene-
« ratrici di corrente ed a piccole macchine elettro magnetiche.

« Gramme in Parigi ebbe nel principio dell'anno 1869 il felice
« pensiero di costruire macchine dinamo elettriche col mezzo dell'A-
« nello Pacinotti ».

La testimonianza del Siemens è dunque ben altra di quella che avrebbe voluto farla apparire il Gerard!

La frase del Gerard: « Come mai Gramme, sì lontano dal mondo scientifico italiano potè aver raggiugli dei lavori del professore Pacinotti? » provocò una fiera risposta del Pacinotti (Elettrecista, 1905, pag. 341) nella quale egli finalmente si decise a pubblicare il racconto che aveva da tanti anni ripetuto a tutti i suoi amici.

Tolgo alcuni brani della lunga lettera avvertendo che i puntini che sono in luogo di un nome di persona si trovano esattamente così nella lettera del Pacinotti.

« Nel luglio 1865 e quindi solo circa due mesi dopo la pubblicazione della mia macchina nel Nuovo Cimento, per iniziativa del prof. Matteucci allora direttore dell'Ufficio Centrale Meteorologico del Ministero della marina, venni incaricato di portarmi a Londra e a Parigi a raccogliere informazioni sopra i metodi colà seguiti nel servizio meteorologico, e specialmente sopra i bollettini ed i presagi diurni. Come mezzo per farmi conoscere presi meco parecchie copie estratte del Nuovo Cimento dell'anno recente mia pubblicazione sulla macchina elettro-magnetica, ed anche alcune copie degli opuscoli sulle correnti elettriche generate dalla azione del

« calore e della luce pubblicati negli anni precedenti; e tali copie « estratte mi servirono come biglietti di visita che rilasciavo a molte « persone alle quali durante quella missione ebbi bisogno e deside- « rio di presentarmi ».

Prosegue raccontando come nell'andata pochi giorni si tratte- nesse in Parigi e nel ritorno a Parigi, verso il 10 di agosto, visitò subito l'Osservatorio imperiale.

« Posso ammettere che le copie della mia memorietta lasciata « ai Signori dell'Osservatorio non abbiano affatto servito ad infor- « mare il signor Gramme circa la mia macchina. Ma terminate le « occupazioni di ufficio mi trattenni in Parigi specialmente per sbrì- « gare una numerosa serie di commissioni avute dal professor Do- « nati e da altri, e per tali commissioni ebbi occasione di andare a « trovare diversi ottici ed altri costruttori di strumenti fisici e di dis- « seminare copie della mia memorietta ».

« Fra i costruttori ho sempre ripensato e so con sicurezza di « aver dato la descrizione della mia macchina al vecchio Breguet « ed al successore del Froment, signor P. Dumulin:

« In uno di quei giorni della seconda metà dell'agosto 1865 an- « dai a trovare il professore J. Jamin nella sua abitazione Rue Suf- « flot, 24, e non solo diedi ad esso la memorietta portante il disegno « della mia macchina ma anche, secondo le sue richieste, varie spie- « gazioni orali sul disegno e sulle prove ».

« Ciò rammentando, io non affermo che il Gramme abbia co- « struito per suggerimento del Jamin; perchè anzi credo che il Gram- « me abbia avuto l'indicazione della mia memoria e le ulteriori mie « informazioni dal seguente fatto nel quale bonariamente incorsi.

« Fui alla officina Froment, Rue Notre Dame des Champs; parlai col signor Dumulin in un salotto di studio a terreno; gli dissi che « desideravo acquistare un micrometro finamente diviso su cristallo. « Mi rispose che lo aveva a casa e non nell'officina, e che se gli « davo le 11 lire del costo me lo avrebbe mandato nell'a giornata « al mio albergo; pagai e tuttora ho il bel micrometro nel suo sca- « toline di cartone, che spesso mi ha ricordato quella mia visita fa- « cendomi rivedere il mio indirizzo di allora scritto in bel carattere, « probabilmente dello stesso signor Dumulin. Allora tirai fuori il so- « lito opuscolo della macchina elettro-magnetica, lo piegai metten- « done in evidenza il disegno, e lo consegnai al signor Dumulin dan- « dogli ampie spiegazioni ed esprimendogli il desiderio di associarmi « con lui per la costruzione della macchina in maggiori dimensioni. « Avvertii che per la trasmissione della forza mediante cinghie sa-

«rebbe convenuto mettere l'asse di rotazione in posizione orizzontale, e che si potevano veder facilmente altre modificazioni utili; ed offrii di mandargli un disegno perfezionato domandando soltanto che me ne facesse in iscritto la richiesta.

«Mi ringraziò per la mia offerta, ed in modo che per il momento mi sentii contento come se avessi concluso un affare soddisfacente.

«In quel momento di letizia dissi che avrei avuto piacere di vedere la officina; rispose andiamo, ma non ci trovate gli operai perchè è l'ora della refezione, vi trovate soltanto il signor. . . . Allora, dissi, non desidero parlare con codesto signore che non conosco affatto, ed il Dumulin: sentite, il signor. . . . è un capo officina, è una brava persona che ci può aiutare, ed io faccio molto conto dei consigli di lui, è bene che lo informiate. Mi condusse in una stanza davanti ad un gran cerchio orizzontale di ottone diviso, appartenente ad una macchina da dividere; poi entrammo in una galleria di arnesi da lavoro, dove soltanto al primo tornio vi era un lavorante. Quivi il Dumulin che teneva la memorietta tornò a chiedermi spiegazioni su'la figura, e mi fece ripetere la descrizione dicendo che non intendeva, e si mostrava assai scettico insistendo con difficoltà insussistenti; invece il signor. . . lavorante addetto al tornio, che aveva sospeso il lavoro, prestava la più accurata attenzione. Io vedendomi contrariato dissi al Dumulin, creda che se costruirà con questo sistema se ne troverà molto bene: spero che mi scriverà presto onde gli mandi il disegno perfezionato. Il Dumulin rimase riservato ma il capo officina dal suo tornio, con un sorriso che mi parve benevolo, mi disse: sì, sì. Ed io credendo di aver trovato un avvocato per decidere in mio favore il signor Dumulin tornai a parlare del coefficiente x , della reversibilità, della grande importanza della corrente indotta continua di alta tensione, e terminai dicendo che il trovarmi continuamente obbligato ad occupazioni estranee mi aveva persuaso di non poter da me riuscire ad organizzare una utile industria nella costruzione delle macchine magneto-elettriche, perciò ricorrevo alla loro collaborazione, perciò avevo pubblicato nel Nuovo Cimento senza prendere privative; così che al ritardare ulteriormente una industria importante avevo preferito lasciare che chiunque ne potesse ricavar profitto.

«Quel capo officina non era giovinetto, era uomo più alto e più bello del signor Dumolin; aveva la faccia regolare e rosea, gli occhi cenerini ed i baffi castani. Indossava una quasi elegante

« giacca brizzolata, con sotto veste della medesima roba ornata da
« una catena di orologio a lunghe maglie di argento. Mentre mi al-
« lontanavo da quella officina cercavo di consolarmi del probabile
« insuccesso dicendomi, la pubblicazione già fatta qualcosa dovrà
« valere, anche perchè l'ho fatta conoscere; sono liberale, non ho
« cercato privative, e se non potrò conseguire gli utili effetti della
« mia macchina almeno saprò di avere fatto qualche cosa onde ven-
« gano conseguiti. Qualche giorno dopo rividi per la via il signor
« Dumulin. Lo salutai di lontano per potergli parlare nuovamente;
« ma esso voltò strada ».

E, dopo altri accenni alla consegna degli opuscoli e sulla diffusione del Nuovo Cimento in Parigi, così conchiude:

« Infine quello che pubblicai nel Tomo XIX del Nuovo Cimento,
« in tutti i casi, non può essere soggetto a nuova invenzione per parte
« del Gramme; l'opera del Gramme non fu interamente originale;
« ed io esprimo il desiderio che nei libri di insegnamento non venga
« soppresso il ricordo della macchinetta da me costruita nel 1860 ».

★★

Con quanta serenità e quanta bontà d'animo è scritta questa lettera e quanto ne è modesta la chiusa!

La bontà era una delle caratteristiche dei Pacinotti. Essa si rivelò in grado eminente, come l'intima essenza dell'animo suo, nel discorso da lui pronunciato alla nostra riunione annuale in Torino, il 12 settembre scorso nel ricevere la pergamena onoraria da noi votatagli in occasione del cinquantenario della invenzione dell'anello.

Non posso non riferirvi integralmente le sue parole perchè proprio sento che egli le pronunciò come se volesse prendere da noi congedo:

« Io sono umiliato direi quasi di tanta bontà che veggio intorno
« a me, perchè se io qualche cosa ho fatto il merito è dell'epoca in
« cui ho vissuto, epoca nella quale ferveva il lavoro di tutta l'uma-
« nità, perchè si sentiva universalmente il bisogno di perfezionare le
« embrionali macchine elettrodinamiche.

« Io non ho fatto dunque altro che seguire l'impulso che mi ve-
« niva da circostanze esterne e costrussi una modesta piccola mac-
« chinetta, anzi un modellino il quale a parer mio meglio di tutte
« le altre macchine congeneri che allora si conoscevano, rispondesse

« al concetto di generare una corrente elettrica sensibilmente continua e fornisse un motore con coppia torcente uniforme. E, se ben ora vi rifletto, ben poca cosa è stato quello che ho fatto e ben poca l'importanza che io vi diedi.

« In quell'epoca era per me importante lo studiare e ricordo ancora quanto ho imparato alle lezioni del prof. Felici e dal trattato di elettricità che prediligivo, quello de' De la Rive.

« È dunque il lavoro del mondo intero, di cui io non fui che un semplice fattore, che ha dato questo prodotto che la vostra benevolenza con tanto plauso a me attribuisce.

« Circostanze posteriori mi obbligavano ad abbandonare i diletti studi e ad occuparmi di macchine agricole e sento proprio il dovere domandare venia all'umanità di aver fatto tanto poco! »

★★

Con questo o Signori ho terminato l'esposizione dei documenti che sull'opera di Antonio Pacinotti ho potuto raccogliere e vogliate perdonarmi se, per amore del tema tanto a me caro, il mio dire si protrasse sì a lungo.

Noi abbiamo seguito il grande inventore nelle sue faconde trovate ed abbiamo visto il suo spirito precorrere di un ventennio, nella chiara visione dei fatti, quei concetti, quelle teorie, quelle deduzioni che i fisici hanno poi riconosciuti esatti e da cui i tecnici hanno ricavato sì larga messe di applicazioni.

Noi lo abbiamo seguito nella lotta per rivendicare la priorità della sua invenzione, che niuno aveva diritto di togliergli, e lo abbiamo visto lottare sereno, nobilissimo, alieno da qualsiasi interesse se non di quello della scienza.

Egli ebbe l'antiveggenza del genio e l'animo grande dello scienziato.

Al genio di Antonio Pacinotti vada la nostra ammirazione; all'animo suo nobilissimo la riconoscenza di quanti traggono utilità e vantaggio dalle sue invenzioni.

GUGLIELMO MENGARINI.

BIBLIOGRAFIA DI ANTONIO PACINOTTI

RACCOLTA DAL PROF. GUGLIELMO MENGARINI

- *Correnti elettriche generate dall'azione del calore e della luce.* — N. Cim. XVIII, 1863, pp. 373-384.
- Id. id. — N. Cim. XIX, 1865, pp. 234-247. — Forsch. d. Phys, 1865, pagina 410.
- *Descrizione d'una macchinetta elettromagnetica (costrutta nel 1860).* — N. Cim. XIX, Fascicolo Giugno 1864, pubblicato 3 maggio 1865, pp. 368-384.
- *Sulla costruzione e sull'uso di un fornello a tubo pel riscaldamento del vino delle botti.* — Boll. del Comizio agr. pistojese, fasc. Giugno e Luglio 1886.
- *Sulla utilizzazione fisica del calore solare.* — Ann. Soc. Agraria di Bologna 1878.
- *Sopra una piccola macchina dinamo-elettrica.* — Alcuni ragguagli ed esperimenti. — N. Cim. (2) III, 1870, pp. 127-132.
(Descrive una piccola dinamo mossa dalla forza di un uomo e che dà una corrente paragonata a 5 grandi pile di Bunsen).
- *Sur une machine electromagnétique construite en 1860 d'après le même principe que la machine que la machine de Gramme.* — C. R. LXXIII, 1871, 543-544; Mondes (2) XXV, 605-606.
- *Indicazioni di una tavola grafica per la lettura delle differenze di declinazione degli astri dai tempi dei loro passaggi per micrometri fissi.* — N. Cim. V - VI - 1871, pp. 231-238.
- *Sulla permanenza dei liquidi volatili in tubi manometrici anche a pressione regolare e sul fenomeno della vaporizzazione.* — N. Cim. V - VI - 1871, pp. 382-405.
- *Correnti indotte con un circuito magnetico chiuso.* — N. Cim. 1871, (2), V - VI, 34-35; Naturf. V. 194.
(Esamina l'effetto prodotto in un rocchetto di Ruhmkorff chiudendo con un ancora esterna il circuito magnetico del fascio di fili di ferro formanti nucleo e trova che l'effetto del rocchetto è di molto aumentato).
- *Sulla costruzione e sull'uso della bilancia delle tangenti e del comparatore elettrostatico.* — N. Cim. (2), IX, pp. 114-125, 1873.

- *Cenno sull'uso dell'elettrocalamite trasversali per la riproduzione elettromagnetica degli angoli.* — N. Cim. (2), IX, pp. 206-209, 1873.
- *Memoria sulle correnti di induzione sviluppate nella macchina del Gramme.* — (Traduz. di una memoria di J. M. Jamin, colla aggiunta di una nota della Direz. del *Nuovo Cimento* che dice:
« Il Prof. A. PACINOTTI studiò nel 1860 la corrente indotta nella macchina a rotazione e nel 1865 ne diede la teoria che è ora confermata dal signor Gaugain ».
N. Cim. (2), IX, p. 201. 1873.
- *Sulla dispersione delle cariche elettriche operata dall'aria.* — Riv. Sc. ind. Firenze 1872, pag. 211.
- *Sulla elettrocalamita trasversale ruotante adoperata come elettromotore.* — N. Cim. (2), X, p. 5 - 9, 1873.
(Contiene considerazioni generali senza accennare fatti nuovi).
- *Cassa d'assorbimento per la pila alla Bunsen.* — N. Cim. (2), X, 115-120, 1873, Jour de Phys. III, 1874, p. 229.
- *Descrizione del gomitollo elettromagnetico e di qualche esperimento per utilizzarlo nella costruzione delle macchine magneto elettriche.* — N. Cim. XII, pp. 140-148. 1874.
(Il gomitollo è l'avvolgimento a tamburo detto Siemens, fu costruito dal Pacinotti nel 1863, brevettato dall'Hefner Von Altenek in Germania nel 1872, all'estero nel 1873).
- *Sulle elettricità date per attrito dalle coppie.* — N. Cim. (2), XII, pp. 268-270; XIII, pp. 5-22; XIV, pp. 128-131, 137-232.
- *Qualche ragguaglio sopra una macchina magneto-elettrica con volano elettromagnetico trasversale, costruita da ANTONIO PACINOTTI.* — N. Cim. (3), X, 1881, p. 198.
(Descrive la sua macchina a disco esposta all'esposizione di Parigi nel 1881, e dichiarata costrutta sei anni prima e cioè nel 1875, che così sarebbe stata costrutta anteriormente ma pubblicata posteriormente alle macchine a disco dell'Hefner Von Altenek del 1878 e dell'Hopkinson e Muirhed del 1881).
- *Sul fenomeno della vaporizzazione e sulla permanenza dell'acqua o d'altri liquidi.* — N. Cim. (3), XI, 1882, p. 120.
- *Sulla magnetizzazione artificiale della magnetit* — N. Cim. (3), XVI, 1881, p. 275.
- *Lettera ai Signori Giurati dell'Esposizione internazionale di elettricità in Torino nel 1884.* — Pisa Pieraccini, 1884.
- *Sulla sistemazione e sull'uso dei fili a conduttura.* — Pisa Pieraccini, 1886.
- *Circa ai perfezionamenti apportati da Edison al suo fonografo.* — N. Cim. (3), XXVI, 1889, p. 249.

- Descrizione del trovato avente per titolo: *Macchinetta elettro-dinamica traslatoria detta viala elettromagnetico*. — N. Cim. (4), XI, 1900, pagina 386.
(Riproduce la descrizione presentata per ottenere il brevetto italiano che gli fu accordato nel 1899).
- *Circa ai viali elettromagnetici*. — N. Cim. (4), XII, 1900, p. 5.
- Descrizione di un complemento del trovato avente per titolo: *Macchina elettrodinamica o viala elettromagnetico*. — N. Cim. (4), XII, 1900 pag. 7.
- *Circa il modello di un veicolo viala elettromagnetico*. — N. Cim. (4), XII, 1900, p. 15.
- *Storia delle macchine elettrodinamiche con elettrocalamita trasversale ad anello*. — Eletttricista Serie II, IV, 1905, p. 341.
- *Circa alla trazione polispatica - qualche facilitazione nell'uso della puleggia duplicatrice della trazione nel colltrare il terreno*. — Atti Georgofili. - Ser. V, Vol. III, - 1906.
- *Circa alle influenze della temperatura, delle vibrazioni della umidità e dell'elettrolisi e della untuosità sulla adesione e sullo attrito nello sfregamento fra alcuni corpi e sul lavoro di alcuni aratri*. — Atti Acc. Georgofili - Ser. V., Vol. III, 1906. — Atti Acc. Lincei XV, 82 - 1906.

LEZIONI E DISCORSI ⁽¹⁾.

Nozioni sperimentali del movimento dei corpi.

Prime XX lezioni del corpo di fisica dato nell'Istituto Tecnico di Bologna nel 1868-69.

Alcune delle lezioni di meccanica applicata all'agricoltura nella R. Università di Pisa 1886-87.

Lezioni di Idraulica rurale date nella R. Università di Pisa nel 1891-92.

Alcune lezioni di Architettura rurale date nella R. Università di Pisa nel 1894-95.

Alcune delle lezioni di Meccanica pratica date nella R. Università di Pisa nel 1903-04.

Cenni sulla istoria delle macchine motrici. Discorso letto il 14 Nov. 1875 nella R. Università di Cagliari.

Cenni sulla istoria della Astronomia. Discorso letto il 18 Nov. 1878 nella R. Università di Cagliari.

Sulla perennità della memoria di Galileo in Pisa. Discorso letto il 4 Novembre 1893 nella R. Università di Pisa.

⁽¹⁾ Debbo queste citazioni alla cortesia del D.r Occhialini.

N. 4.**LA PRODUZIONE ELETTRICA DELL'ACIDO NITRICO
DAGLI ELEMENTI DELL'ARIA**

*Conferenza tenuta dal socio Dott. CARLO ROSSI alla Sezione di Milano
il 17 Novembre 1911*

Dei due componenti dell'aria, l'ossigeno e l'azoto, noi siamo soliti a considerare il primo come l'elemento indispensabile della vita. L'ossigeno mantiene colla respirazione la vita, è indispensabile in tutti i processi di combustione, lo si trova in forma di ossidi o di sali in tutte le combinazioni che formano la crosta terrestre e costituisce la parte principale dell'acqua.

L'azoto invece causa la sua caratteristica di non dare luogo alla temperatura ordinaria a combinazioni chimiche cogli altri elementi è considerato come una sostanza inerte. Invece l'azoto, è dopo l'acqua il grande motore del divenire, del crescere, del mantenersi della natura. Chi dice azoto dice vita, perchè dove esiste la vita noi troviamo sempre delle sostanze organiche azotate a composizione più o meno complessa come centri e basi della vita stessa. Il protoplasma delle piante, le sostanze albuminoidi del regno animale, le sostanze nelle quali per eccellenza risiede la vita sono delle combinazioni dell'azoto. Come è condizione indispensabile per la vita la presenza dell'azoto nell'organismo vivente, così l'esistenza di tutti gli esseri viventi è assolutamente subordinata all'assimilazione di un certo numero di sostanze azotate che vengono chiamate generalmente alimenti. E tutto l'azoto, sia della vita, che degli alimenti è preso dall'aria, ha per fonte unica l'atmosfera. Le piante e gli animali prendono il loro azoto dall'aria, le piante lo prendono o direttamente dall'aria o dal suolo, gli animali dai vegetali che consumano, e l'uomo nella sua qualità di onnivoro prende dalle sostanze azotate delle piante e dagli animali la totalità dell'azoto dei suoi tessuti.

È facile farsi, nelle sue grandi linee, una idea della serie di trasformazioni che il gas azoto subisce sotto l'influenza dei diversi fenomeni naturali, per diventare un alimento delle piante che solo sono capaci di mantenere la vita degli animali.

Risalendo all'epoca geologica nella quale apparvero i primi organismi viventi l'origine dei quali ci è ancora ignota, non si possono fare che due ipotesi per spiegare la formazione dell'azoto vivente:

1.° la facoltà degli esseri inferiori, primi occupanti della crosta terrestre, di assorbire direttamente l'azoto gassoso dall'aria, come noi sappiamo, che certe piante, ad es. le leguminose, hanno il potere di fare;

2.° l'utilizzazione da parte di questi esseri inferiori dell'acido nitrico formato nell'aria per le scariche elettriche, che ancora oggi danno origine alla produzione di quest'acido nelle zone inferiori dell'atmosfera.

Qualunque sia stato di questi modi di nutrizione quello che ha concorso a formare in origine gli organismi inferiori, è certo che la sorgente unica della prima sostanza azotata organizzata che ha preso origine sulla terra è l'azoto molecolare dell'aria.

Una volta formate, le sostanze azotate hanno servito a nutrire una classe di vegetali adatti ad alimentarsi di sostanza organizzata (Saprofite). Ma per potere essere utilizzate dalle piante di una specie superiore nella scala botanica, queste sostanze devono subire sotto l'influenza di azioni ancora ignorate trent'anni fa, il fenomeno conosciuto da tutti sotto il nome di nitrificazione.

L'azoto delle sostanze azotate si trasforma successivamente nel terreno in ammoniaca, acido nitroso, e finalmente in acido nitrico.

Fino al 1877 si ignorava la vera origine della formazione dei nitrati nel terreno.

L'intervento in questa trasformazione di un essere vivente, previsto dal *Pasteur*, nel 1862, è stato scoperto da *M. M. Schloesing* e *Achmüntz*.

Questi scienziati dimostrarono sperimentalmente che la nitrificazione è il risultato dell'azione di microbi specifici nel terreno che compiono una funzione grandiosa, la trasformazione del materiale azotato in acido nitrico.

La nitrificazione è un fenomeno biologico; i microbi nitrificatori, hanno sotto un certo aspetto le proprietà degli esseri superiori, come questi, essi sono sensibili all'azione degli anestetici, s'addormentano sotto l'influenza del cloroformio, si risvegliano e muoiono se si continua più o meno a lungo l'azione anestetica, e muoiono

pure ad una temperatura elevata. Questi microrganismi si comportano come degli esseri viventi. Le belle ricerche di *Winogradsky* gli hanno permesso di scoprire un microbo nitrificante capace di svilupparsi nell'assenza di materia organica prendendo il carbonio e l'azoto necessario al loro sviluppo dalle sostanze minerali, cosa che spiegherebbe come in origine questi piccoli esseri abbiano potuto fissare l'azoto atmosferico. Scoprendo la gigantesca funzione degli infinitamente piccoli nella natura, il genio di *Pasteur* ci ha mostrato come sulla superficie del globo, la morte sia la condizione indispensabile della vita. Sparsi in modo prodigioso nell'atmosfera e nel suolo (un grammo di terra arabile ne conferma dei milioni) i microbi sono gli agenti indispensabili alla distruzione degli esseri organizzati.

Se essi non fossero là per ritrasformare la sostanza organica allo stato minerale: acido carbonico, acqua, azoto ammoniacale o nitrico, l'accumularsi dei detriti sulla terra renderebbe impossibili le nuove generazioni d'esseri viventi; sono i microbi che assicurano la continuità della vita sul nostro globo, restituendo alla terra ed all'atmosfera le sostanze minerali che le piante e gli animali loro hanno preso. Il ciclo della vita si compie per mezzo loro. Tutti gli esseri che vivono alla superficie del suolo hanno presa la loro sostanza da esseri che li hanno preceduti. Ritornando alla nitrificazione, vediamo a grandi tratti come le cose si passano.

I microbi intaccano la materia organica e la decompongono per nutrirsi, nel terreno le trasformazioni che la materia organica subisce hanno per risultato di dare successivamente origine alla ammoniaca e all'acido nitrico. Cosa diviene dell'acido nitrico? Non può rimanervi allo stato di libertà, e si unisce nell'istante medesimo della sua formazione agli elementi basici del suolo, vale a dire alla calce, alla magnesia, alla potassa esistenti allo stato di carbonato o di altri sali facilmente decomponibili.

Queste combinazioni danno origine a dei nitrati neutri dai quali le piante prenderanno, secondo i loro bisogni, l'azoto necessario al loro sviluppo. La calce essendo, nella maggior totalità dei casi l'elemento basico il più diffuso e il più abbondante, si è condotti a considerare il nitrato di calce come quello che fornisce ai nostri raccolti la quasi totalità dell'azoto che perverrà alla nostra esistenza sotto forma di glutine nei cereali, di carne negli animali.

Le memorabili ricerche di *Boussingault* hanno stabilito, per esperienze dirette, l'assimilazione dei nitrati per le piante e la loro trasformazione nei vegetali in albumina ed altri principi azotati.

Due fatti sono quindi stabiliti in modo incontestabile: la trasformazione nel suolo delle sostanze azotate d'origine vegetale o minerale in acido nitrico ed il valore alimentare di questo ultimo per le piante.

Al principio del secolo XIX°, un agronomo tedesco, ben conosciuto *Einhoff* aveva segnalato l'alto valore del nitrato di calce come alimento azotato delle piante coll'analisi d'un terreno molto fertile nel quale egli riconobbe la presenza di questo sale.

Knopp Helriegel in seguito dimostrarono che il nitrato è una delle forme più favorevoli all'assorbimento dell'azoto necessario allo sviluppo dei vegetali.

Prima che l'agricoltura diventasse intensiva, l'azoto era dato ai terreni dallo stallatico e poteva bastare alla produzione dei raccolti allora mediocri, ma quando si volle mediante la coltura intensiva ottenere dei rendimenti elevati, si vide ben presto l'insufficienza dello stallatico e la necessità di ricorrere ad altri concimi azotati.

L'agricoltura oggi ha a sua disposizione due sostanze azotate: il nitrato di soda ed il solfato d'ammoniaca.

Scoperto nel 1820 il nitrato del Chili ha fatto la sua prima apparizione in Europa nel 1830. Fino dal 1860 il consumo di nitrato è andato rapidamente crescendo fino a che oggi l'esportazione cilena arriva a due milioni e un quarto di tonnellate per anno. Un quinto di questo quantitativo è adoperato per l'industria, gli altri quattro quinti per l'agricoltura.

Nella presente tabella è riassunta l'esportazione del nitrato di soda dall'America del Sud.

ANNO	ESPORTAZIONE
1825	935 tonn.
1835	7020 »
1845	18814 »
1860	68512 »
1870	147170 »
1880	226000 »
1890	1065000 »
1900	1460000 »
1905	1627000 »
1908	2014000 »
1910	2274000 »

Importazione Europea nel 1910	1877000	tonn.
» negli Stati Uniti d'America nel 1910	397000	»
» in Italia nel 1910	61191	»
» in Francia nel 1910	323000	»

Molti studiosi stimano che i giacimenti del Chili saranno finiti fra un secolo. Sir William Crookes et F. V. Vergara, da parte loro, valutano a 20 anni al massimo, la durata ancora dei giacimenti del Chili. Essi calcolano che nel 1925 saranno finiti. Questo calcolo può sembrare pessimista, ma è certo, che bisogna attendersi in un tempo più o meno prossimo, la fine dei depositi oggidì sfruttati.

Le riserve disponibili al Chili, sono state valutate in quantitativi differenti secondo le epoche.

Furono calcolate in:

63.000.000 di tonnellate nel 1860 da Smith	
89.000.000 » » » 1887 da Darapsky	
100.000.000 » » » 1892 da Lagrange	
65.000.000 » » » 1900 dal Consolato Tedesco di Valparaiso.	

Nel 1888 il Governo del Chili prevedeva la fine delle miniere per il 1913, nel 1900 per il 1940 e nel 1907 per l'anno 2032.

Secondo pubblicazioni recenti del Governo del Chili le riserve del nitrato del Chili sono ancora enormi.

Nel 1911 il Governo del Chili ha pubblicato che la ricchezza probabile dei giacimenti del Chili è di 1000 milioni di tonnellate; che il contenuto delle miniere controllate fino al 1911 è 250 milioni di tonnellate; sufficienti al consumo di un secolo, nell'ipotesi che il consumo di nitrato non aumenti.

L'origine dell'acido nitrico del nitrato di soda è la stessa che quella del nitrato delle nostre terre. La sua formazione dipende, con tutta probabilità dalla nitrificazione di abbondanti depositi di sostanze organiche sotto l'influenza di batteri e la produzione di nitrato di soda per doppia decomposizione fra nitrato di calcé e cloruro di soda dell'acqua del mare; nitrato di soda che si è accumulato in certe regioni, come il Chili, dove da secoli non piove o quasi.

Per quanto l'esaurimento del nitrato sia ancora molto lontano, tuttavia anche queste miniere saranno un giorno finite. Per questo il problema dell'azoto è un problema che merita tutta l'attenzione

degli uomini di scienza ed industria e il fatto della trasformazione economica dell'aria atmosferica in acido nitrico, o in ammoniaca (calciocianamide) è un'avvenimento di grande importanza per la umanità.

Infatti sorge spontanea la domanda se in un prossimo avvenire, l'agricoltura potrà bastare all'alimentazione della popolazione del globo e potrà trovare nel nitrato di soda e nel solfato d'ammoniaca le quantità d'azoto necessarie all'aumento della produzione del suolo necessario per l'aumentato numero della popolazione. Questione capitale alla quale io debbo rispondere negativamente come posso facilmente dimostrarvi.

Un'economista americano Davis Wood e un'illustre scienziato inglese Sir William Crookes, hanno studiato la questione che involge un principio di solidarietà umana e che è conosciuta sotto il nome di: « dilemma di Sir W. Crookes » perchè egli l'ha formulato per la prima volta nel suo discorso all'Associazione Britannica per il progresso delle scienze nel 1898.

L'illustre chimico ha fatto notare in primo luogo lo straordinario aumentare dei popoli di razza bianca, che hanno nella consumazione dei cereali, la base della loro alimentazione; alimentazione di primo ordine alla quale debbono presumibilmente la loro superiorità attuale. Risalendo a 70 anni fa si trova che il numero *dei mangiatori di pane* è aumentato in media di 6.000.000 per anno. Calcolando in 516.000.000 il numero dei mangiatori di pane esistenti nella superficie del globo nel 1895-98 si arriva alle previsioni seguenti per l'avvenire per quanto riguarda il numero dei mangiatori di pane, la quantità necessaria e la superficie di terreno coltivabile occorrente a produrlo.

Anni	Mangiatori di pane	Ettolitri di grano necessario	Superficie di terreno coltivato necessario in ettari
	MILIONI	MILIONI	MILIONI
1901	536	871	77
1911	603	981	86
1921	674	1110	97
1931	746	1218	108
1941	819	1338	117

Il Crookes fece poi constatare, in seguito ad una minuziosa inchiesta, che la superficie totale disponibile per la coltura dei cereali sulla terra era, per il periodo di anni 1895-1898 di 67 milioni di et-

tari, e fece notare che non può essere aumentata di più che 40 milioni di ettari, tenendo esatto conto di tutti i fattori agricoli, climaterici, geologici che tendono a limitare l'estensione, e la superficie totale disponibile nell'avvenire di terra coltivabile sarà di $67 + 40 = 107$ milioni di ettari.

Consultando la tabella vista in precedenza si vede che a partire dal 1930, le razze bianche saranno nella necessità assoluta di fare la coltura intensiva per supplire ai loro urgenti bisogni risultanti dal loro sviluppo normale, altrimenti esse saranno condannate a cercare un altro alimento in sostituzione del pane il che può modificare completamente o in parte il loro destino. Per dare un'idea dell'importanza dei bisogni d'azoto ai quali bisognerà soddisfare, Crookes ha calcolato che se i 67 milioni di ettari coltivati nel 1895-1898 dovessero provvedere nel 1931 alla produzione del grano necessario ai 746 milioni di mangiatori di pane viventi, a quell'epoca sulla superficie della terra, bisognerebbe dare al suolo circa *13 milioni di tonnellate di nitrato di soda per anno*. Questo quantitativo rappresenta circa 7 volte la produzione attuale dei giacimenti del Chili. Prendendo per base il rendimento attuale dei processi sintetici per la produzione dei nitrati, per produrre questi tredici milioni di tonnellate di nitrato, occorrerebbero delle officine elettrochimiche della potenza di venti milioni di cavalli elettrici. Ai calcoli di Crookes sono state fatte delle critiche severe ed in parte fondate, specie per quanto riguarda la possibilità di estensione delle terre coltivabili a cereali. Sta il fatto però che il calcolo del Crookes dell'aumento del numero dei popoli di razza bianca è stato superato dai fatti perchè in quest'anno 1911, la popolazione degli uomini di razza bianca, secondo le più recenti pubblicazioni geografiche è di 640 milioni mentre il Crookes ne prevedeva 603.

Quindi se il dilemma del Crookes non è ancora il problema assillante dell'oggi è certo però che è il problema del domani prossimo, problema angoscioso per l'umanità e governi.

Ma il problema dell'azoto ha un'altra grande importanza considerato sotto un'altro punto di vista, e precisamente sotto quello della lotta vitale, della guerra, fra le nazioni civili.

Il nitrato di soda è la materia prima indispensabile alla fabbricazione di tutti gli esplosivi e la nazione che avrà nelle sue mani il dominio del mare potrà impedire l'arrivo dei carichi di nitrato dal Chili alle nazioni nemiche e quindi rovinarle, sia togliendo loro la possibilità di fabbricare gli esplosivi, sia impedendo alla loro

agricoltura di avere il nitrato necessario alla produzione dei cereali.

Ma anche lasciando da parte questa lontana ipotesi di guerra che rappresenta il pericolo minore, è nel periodo di pace che maggiormente si sente e si sentirà il bisogno della soluzione del problema dell'azoto per quanto riguarda il problema dell'alimentazione a buon mercato.

Recentemente Caro e Erdmann hanno fatto alcuni calcoli per quanto riguarda la produzione agricola della Germania, che sono molto interessanti. Questi calcoli, riportati nella tabella che segue, riguardano la produzione attuale della grande coltura in Germania messa in confronto colla prospettiva della fabbricazione dei nitrati sintetici a basso prezzo.

Coltura	Superficie in milioni di Ettari	Raccolti annuali per ettaro Kilil	Raccolti annuali in milioni di Tonnellate	Importazioni attuali in milioni di Tonnellate
Segala	6	1500	9	0,57
Grano	2,4	1880	4,5	2,29
Avena	4	1720	6,9	0,97
Patate	3,2	12990	41,6	0,35
Orzo	1	1600	1,7	1,62
	16,6		63,7	5,80

È notevole il fatto che specie per quanto riguarda il grano, la Germania non produce che la quantità necessaria per nutrire due terzi della sua popolazione.

Ed ecco i calcoli della coltura intensiva in Germania:

Coltura intensiva in Germania.

Colture	Supplemento di azoto da darsi per ettaro Kilil	Supplemento di raccolto per ettaro Kilil	Supplemento di raccolto per 1 kilo azoto per Ettaro	Supplemento totale di raccolto per anno milioni di Tonn.
Segale	60	25	1500	9,0
Grano	130	15	2000	4,8
Avena	100	20	2000	8
Patate	120	100	12000	40,0
Orzo	60	25	1500	1,5
				63,3

Da queste cifre si ricava la conclusione che la produzione agricola tedesca non è sufficiente al mantenimento della sua popolazione, e la Germania che deve trovare oggi nei suoi commerci e nella sua industria, le risorse necessarie per fronteggiare questo deficit, sarebbe in grado di nutrire colla coltivazione intensiva una popolazione superiore alla attuale, e nel caso particolare del grano potrebbe alimentare una popolazione di circa 300 milioni di abitanti.

L'agricoltura italiana non è in grado oggi di produrre il grano necessario alla popolazione italiana la quale deve comperare e pagare all'estero circa 100 milioni di lire.

Basterebbe una coltura intensiva razionale a base di azoto per mettere l'Italia in grado di produrre da sè tutto il grano che occorre alla sua popolazione. Le recenti statistiche agrarie ufficiali del Valenti assai attendibili stabiliscono per le regioni di pianura, una media produttiva di grano di quintali 14.50 per ettaro, di fronte a quintali 25 di media del Belgio, a 22 del Regno Unito ed a 20 della Germania. Se si pone mente però, che nella pianura emiliana la produzione media granaria è di quintali 19.45 e che quindi, anche da noi, ove si coltiva intensamente e razionalmente, è possibile di avvicinarci alle medie alte dell'estero, non si può fare a meno di pensare quale grande parte è riservata alla produzione artificiale delle sostanze fertilizzanti nel progresso agricolo del nostro paese, che, come osserva giustamente il Valenti, non è quello delle terre incolte, ma è per contro, quello delle terre troppo *estensivamente coltivate*. Ed il vecchio adagio di Giovanni Swift: « L'uomo che riesce a far germogliare e crescere due spighe di frumento o due fili di erba, là ove non ne cresceva che uno, è un grande benefattore del proprio paese » diviene il motto di battaglia per l'industria del nitrato sintetico.

Queste cifre dimostrano quanto grande sia l'interesse a produrre il nitrato sintetico al minor costo possibile perchè dalla soluzione di questo problema dipenderà pure in un rapporto che non si può ancora ben definire oggi, la soluzione del problema del pane a buon mercato e quindi dell'alimentazione a buon mercato.

Infatti tutti gli elementi fertilizzanti che sono la base degli ingrassi chimici, potassio, fosforo ed azoto, i due primi si trovano sulla superficie della terra in depositi enormi in Algeria a Tunisi e nella Florida, ed a Stassfurt, depositi tali da garantire per secoli e secoli della possibilità di dare alla terra tutto l'acido fosforico e la potassa che abbisogna ai raccolti dei cereali. Solo l'azoto, che si trova in depositi limitati e al prezzo odierno di L. 1,20 - L. 1,50

è ancora un prodotto troppo caro per poter essere adottato nella concimazione completa. Causa il prezzo troppo elevato dell'azoto si trova oggi in tutti i paesi del mondo una evidente sproporzione fra il consumo dei nitrati e quello dei fosfati.

Con una concimazione intensiva razionale occorrono per ogni Kilo di acido fosforico 2 chili d'azoto.

Orbene l'agricoltura italiana ha consumato nel 1910, 1960 tonnellate di azoto e 21.852 tonnellate di acido fosforico con un minor consumo quindi di 34.544 tonnellate d'azoto. Lo stesso dicasi della Germania dove contro 350.000 tonnellate di acido fosforico si consumano appena 150.000 tonnellate di azoto, mentre se ne dovrebbe consumare una quantità cinque volte maggiore.

Le considerazioni che ho esposto bastano per fare conoscere la portata enorme del problema dell'azoto sotto il triplice punto di vista della solidarietà dei popoli di razza bianca fra di loro, della lotta per la supremazia del numero fra le nazioni civili e per la soluzione del problema dell'alimentazione a buon mercato.

In presenza di un tale problema l'uomo di scienza non può restare indifferente e numerosi furono i tentativi per risolvere questo problema. E tutti i tentativi, alcuni dei quali coronati da successo e già entrati nella pratica industriale, ricorsero alla utilizzazione dell'azoto atmosferico che sta liberamente nell'aria sopra di noi e che costituisce una riserva inesauribile.

Infatti nell'aria che sta sopra ogni metro quadrato di terreno della superficie della terra si trovano circa 8 tonnellate di azoto, e ciò corrisponde ad un quantitativo di azoto nell'atmosfera di circa 4000 bilioni di tonnellate, e poichè il consumo odierno è di 300.000 tonnellate di azoto, si ha che l'azoto atmosferico è sufficiente per 1200 milioni di anni.

Volendo poi calcolare sulla base del prezzo unitario dell'azoto di L. 1,50 al Kilo il valore dell'azoto atmosferico che sta sopra ogni metro quadrato di terreno si trova che è di circa 12.000 lire ed il valore di tutto l'azoto atmosferico è di 6 trilioni di lire.

Ma l'azoto atmosferico si può calcolare come infinito perchè tutto l'azoto combinato che noi diamo al terreno viene di nuovo restituito all'atmosfera sotto forma di azoto alimentare in un ciclo perenne. La utilizzazione industriale dell'azoto atmosferico è la più grande scoperta che si poteva attendere dalla scienza ed essa è stata fatta mediante l'applicazione dell'arco elettrico o della fiamma elettrica alla combustione diretta e indiretta dell'azoto.

Il problema dell'azoto è stato risolto in due modi.

Fondandosi sulla proprietà di alcuni metalli di fissare direttamente l'azoto Frank e Caro hanno scoperto l'elegante metodo di fissare l'azoto sul carburo di calcio. A temperatura elevata i carburi dei metalli alcalino-terrosi assorbono l'azoto e si trasformano nei sali della cianamide.

La calciocianamide si trasforma nel terreno in ammoniaca e per questo si impiega come concime.

Il secondo processo porta invece alla produzione dell'acido nitrico e di un prodotto analogo al nitrato di soda del Chili.

Mentre col primo processo occorre decomporre l'aria nei suoi elementi azoto ed ossigeno, e fare agire sul carburo il solo azoto, per la produzione invece dell'acido nitrico, e dei nitrati si impiega l'aria tale quale. Il processo chimico è molto semplice e si basa su osservazioni note già da molto tempo. Già alla fine del 18 secolo, quando la chimica incominciava appena a nascere Priestley aveva osservato che le scariche elettriche oscure sull'aria umida producevano dell'acido nitrico. Questa osservazione di Priestley venne confermata più tardi da Cavendish. Nella metà del secolo scorso Bunsen osservò che anche nelle esplosioni di gas tonante si formava dell'acido nitrico. Questi fatti ci insegnano che per riscaldamento dell'aria atmosferica in certe condizioni, si forma dell'acido nitrico.

Ma noi scaldiamo ogni giorno dell'aria, sia abbruciando il carbone, sia abbruciando il gas, ma non si può constatare traccia alcuna di acido nitrico. Per la produzione dell'acido nitrico deve intervenire oltre al fenomeno di riscaldamento anche un'altro fattore. Questo fattore non può essere l'elevata temperatura perchè da tempo nell'industria si conoscevano elevate temperature e non si produceva acido nitrico. Ricorderò qui la luce di Drummond e la saldatura del piombo mediante l'idrogeno. In queste combustioni si forma acido nitrico, ma in quantitativi così minime che sarebbe pazzia il volerne fare un metodo industriale.

Il secondo fattore — che bisogna fare agire — oltre alla temperatura, quando si vuole produrre acido nitrico in grande scala, è il rapido raffreddamento dell'aria stata riscaldata.

Grazie agli studi pazienti di numerosi scienziati si è potuto precisare esattamente l'andamento delle reazioni chimiche nell'aria riscaldata.

Io ho parlato finora di formazione di acido nitrico. Ciò non è realmente esatto. Riscaldando dell'aria si forma solamente dell'ossido d'azoto. L'ossido di azoto è un gas incolore costituito da un atomo di azoto e un atomo di ossigeno. Il suo peso molecolare è 30.

Riscaldando qualsivoglia quantitativo di azoto e di ossigeno si forma sempre una certa quantità di questo corpo e si consuma una certa quantità di calore. Per la formazione di 30 grammi d'azoto si adoperano 21.600 calorie. Secondo una legge generale si forma tanto più ossido di azoto quanto più elevato è il riscaldamento. Per ogni temperatura esiste però una percentuale fissa e stabile di ossido di azoto che si può produrre, e questa percentuale non aumenta per quanto tempo si faccia durare il riscaldamento mantenendo però immutata la temperatura. Noi chimici diciamo in questo caso che i corpi si trovano in equilibrio. E le percentuali di ossido di azoto che si formano si chiamano concentrazioni di equilibrio. Queste concentrazioni di equilibrio, fisse per ogni determinata temperatura, si ottengono sempre anche scaldando dell'aria alla quale sia anche stato mescolato una quantità di ossido d'azoto superiore alla percentuale che rappresenta la concentrazione di equilibrio. In questo caso è avvenuta la decomposizione dell'eccesso di ossido di azoto.

Occorre che ci rappresentiamo questo equilibrio non nel solito modo come siamo abituati dalla meccanica. Nell'equilibrio meccanico i corpi si trovano in uno relativo stato di quiete gli uni rispetto agli altri, nell'equilibrio chimico invece ha luogo una continua incessante, vivace reazione dei singoli componenti fra di loro. Noi non vediamo ciò praticamente, perchè le relative quantità combinate non cambiano, perchè nell'unità di tempo tante molecole di ossido di azoto si decompongono in azoto ed ossigeno, quante nuove molecole di ossido di azoto si formano dall'azoto e dall'ossigeno.

La quantità di ossido d'azoto che si forma dipende dalla temperatura. Secondo Nernst si possono formare nell'aria atmosferica i seguenti quantitativi di ossido di azoto.

Temperatura assoluta.

a 1500 C°		0,1 %
» 1928	»	0,5 %
» 2202	»	1 %
» 2403	»	1,5 %
» 2571	»	2 %
» 2854	»	3 %
» 3103	»	4 %
» 3327	»	5 %

Si vede da questa tabella che ad una temperatura assoluta di 1500 gradi centigradi si può formare solo il 0,1 % di ossido di azoto innalzando questa temperatura di 428 centigradi si ottiene il 0,4 per cento in più, mentre invece per un'aumento di temperatura inferiore del precedente fra 3103 e 3327 C° si ottiene un'aumento dell'1 % vale a dire che a parità di aumento di temperatura si forma un quantitativo quattro volte maggiore.

Dalle cifre della tabella si vede che il quantitativo di ossido di azoto che si forma è sempre molto piccolo e che bisogna quindi scaldare un grande eccesso d'aria. Se noi calcoliamo ora quale quantitativo di calore occorre impiegare per ottenere a 1928 C° e a 3327 C° lo stesso quantitativo di ossido di azoto, troveremo che queste quantità di calore stanno fra di loro all'incirca nel rapporto di 5 a 1; il che significa che si adopera a 1928 gradi, cinque volte la quantità di calore che si impiegherebbe per produrre la stessa quantità in peso di ossido d'azoto a 3327 centigradi.

Da questa considerazione scaturisce il fatto che sono solo importanti e attuabili per la tecnica quei processi nei quali l'aria viene scaldata alla temperatura più elevata possibile. Mediante l'arco elettrico si può ottenere una temperatura di 3000-3500 centigradi ed a questa temperatura si dovrebbe tecnicamente produrre una concentrazione del 5 % di ossido di azoto. Purtroppo non si è ancora arrivati a produrre questa concentrazione. Coll'aumentare della temperatura cresce non solo la concentrazione assoluta di equilibrio che si può ottenere, ma cresce anche rapidamente la velocità di reazione.

Questa velocità di reazione regola, sia la produzione, che la decomposizione della molecola di ossido d'azoto, vale a dire che nello stato di equilibrio si decompone nell'unità di tempo quel quantitativo di ossido di azoto che si forma. Cresce quindi col crescere della temperatura anche la velocità di decomposizione.

Questa velocità di decomposizione è a 3000 gradi 10.000.000 di volte maggiore che non a 1900 gradi.

Infatti il calcolo mostra che la durata della reazione a metà alla pressione di un'atmosfera ossia il tempo necessario per ottenere la metà del quantitativo di gas NO , corrispondente al tenore limite della concentrazione di equilibrio dato nella tabella precedente assume i valori seguenti:

TEMPERATURA ASSOLUTA	TEMPO
1000 cent. . . .	81,62 anni
1500 " 	1,26 giorni
1900 " 	2,08 minuti
2100 " 	5,05 secondi
2500 " 	$1,06 \times 10^2$ secondi
2900 " 	$3,45 \times 10^5$ secondi

In altre parole a 2500 centigradi la concentrazione limite in *NO* è del 2 % circa. Occorre quindi un centesimo di secondo perchè a questa temperatura il tenore in *NO* arrivi alla concentrazione dell'1 %. La reazione presso a poco totale (ossia la concentrazione del 1,8 - 1,9 %) esige poco più di due secondi.

Risulta quindi da questi dati che se si riscalda l'aria a 3000 gradi si ottiene una concentrazione del 4 % circa di *NO* e occorrerà raffreddare il gas in un tempo infinitamente piccolo fino alla temperatura di 1200 (ossia 1500 in gradi assoluti) affinchè la decomposizione di *NO* in *N₂* e *O₂* non abbia il tempo di avvenire. Questa rapidità di raffreddamento è praticamente irraggiungibile. Al raffreddamento serve l'aria in eccesso che si soffia nei forni, ed il modo più semplice di raffreddamento consiste nella diffusione più rapida possibile del gas formatosi in un eccesso di aria più fredda. L'impiego di un eccesso d'aria per produrre il raffreddamento è il mezzo più rapido che si possa tecnicamente impiegare — gli altri processi agiscono troppo lentamente e il raffreddamento con aria offre anche il vantaggio di abbassare la concentrazione dell'ossido di azoto, diluendosi nell'eccesso d'aria, e ciò influisce favorevolmente perchè la velocità di decomposizione diminuisce rapidamente col diminuire della concentrazione. E poichè basta nella pratica abbassare la temperatura a 1200 C° non occorre nemmeno un grande eccesso di aria.

Al disotto di 1200 gradi la decomposizione dell'ossido d'azoto è così lenta da divenire trascurabile. In altri termini al di sotto di 1200 C° si è praticamente nella regione dei falsi equilibrii.

La teoria ci indica quindi che i forni per l'ossidazione dell'azoto debbono realizzare, nel modo più perfetto possibile, il celebre dispositivo caldo - freddo di S.te Claire - Deville.

Queste considerazioni teoriche, al primo esame così semplici e così seducenti per quanto riguarda il puro riscaldamento termico dell'aria sono state poste in dubbio nel caso del riscaldamento elet-

trico, dai lavori di *Haber* e *König*. Già *Warburg* nel congresso della Società Bunsen in Dresda nell'anno 1906 faceva notare che nel fenomeno del riscaldamento elettrico dell'aria dovevano entrare in gioco altri fattori non solamente termici, ma elettrici e più tardi *Haber* e *König* arrivarono a produrre, in determinate condizioni tali elevate concentrazioni di NO da essere assolutamente in contraddizione coi risultati che dovrebbe dare il solo fenomeno termico, concentrazioni assolutamente contrarie ad un puro equilibrio termodinamico. *Haber* e *König* eseguirono alcune esperienze in aria rarefatta a 100 mm. circa di mercurio ed ottennero delle concentrazioni del 10 % pure essendo la temperatura dell'arco molto bassa facendolo scoccare in tubi di quarzo raffreddati.

Secondo *Haber* e *König* la decomposizione delle molecole d'aria in elettroni ha una grande influenza.

Io debbo proibire a me stesso di entrare nella discussione teorica di queste interessanti osservazioni, tanto più che nei processi industriali nei quali si riscalda l'aria con archi di grande intensità e con pressioni d'aria poco diverse dalle normali, il fenomeno avviene seguendo esattamente le leggi di un puro fenomeno termico.

Le concentrazioni di NO che si formano dipendono per ogni data temperatura — anche dal rapporto fra le quantità di ossigeno e di azoto che si trovano nella miscela messa a reagire.

Dalla legge delle masse che dà la costante di equilibrio

$$K = \frac{C^2 \text{ } NO}{C \text{ } N_2 \text{ } C \text{ } O_2}$$

si deduce che la concentrazione dell'ossido di azoto ha ad ogni temperatura un valore massimo, quando il prodotto $C N_2 \times C O_2$ è il maggiore possibile. Questo valore è proporzionale alla radice quadrata di questo prodotto. Nel caso dell'aria, con 21 volumi di ossigeno e 79 volumi di azoto questo prodotto è $0,21 \times 0,79 = 16$ mentre per una miscela artificiale di eguali volumi di ossigeno e di azoto è $0,50 \times 0,50 = 0,25$.

Adoperando una miscela in parti uguali di ossigeno e di azoto, si ottiene una maggiore concentrazione ed un maggior rendimento.

Infatti si ha:

$$\frac{25}{16} = \frac{5}{4} \text{ ossia un aumento del } 20\%$$

Ciò significa che l'impiego di miscele a parti eguali di ossigeno e di azoto dovrebbe presentare dei vantaggi economici. In pratica

oggi si impiega l'aria e non queste miscele. Per arricchire l'aria di ossigeno occorrono impianti costosi di energia e quindi l'aumento di rendimento viene ad avere un valore inferiore al costo dell'arricchimento dell'aria. Inoltre bisognerebbe stabilire una circolazione della miscela ossigeno ed azoto e prendendola allo scarico rifarla passare attraverso i forni. Ciò in genere è molto scomodo e presenta altre difficoltà. Non è da escludersi però che in avvenire si possa arrivare a vincere queste difficoltà.

Ritenendo il fenomeno della formazione dell'acido nitrico come puramente teorico è indifferente in quale modo avvenga il riscaldamento. Furono ideati a questo scopo tutti i modi possibili di riscaldamento e furono presi in questi ultimi dieci anni centinaia e centinaia di brevetti.

Oscar Bender (brevetto inglese 8653^{or}) riscalda l'aria in un generatore mediante carbone ad una temperatura possibilmente superiore a 1000 C°.

Nella parte superiore del forno si trova un tubo, mediante il quale si introduce del vapore fortemente surriscaldato.

Il vapore si dissocia per l'alta temperatura e colla combustione del gas tonante che si ottiene dovrebbe avvenire un ulteriore innalzamento della temperatura dell'aria in precedenza fortemente riscaldata. Non è possibile che questo si avveri perchè il calore che dovrebbe generarsi dalla combustione del gas tonante prodotto, deve essere prodotto in precedenza dalla stessa aria calda.

La *Westdeutsche Thomasphosphatwerke* ha brevettato il riscaldamento di una miscela di aria e vapore fino a dissociare il vapore, e raffreddare in seguito la miscela dopo avere in precedenza separato l'idrogeno per impedire una riduzione dell'ossido d'azoto.

Guido Pauling ha brevettato in America un dispositivo quasi identico. Egli riscalda l'aria mediante gas tonante e separa le piccole quantità rimaste di idrogeno mediante aggiunta di cloro.

Carlo Sodermann ha proposto di riscaldare l'aria in un sistema di tubi a 2000 gradi mediante acetilene e aumentare poi in seguito la temperatura a 2400-2600. Balza subito agli occhi che il riscaldamento coll'acetilene che deve ottenersi col carburo prodotto con energia elettrica, non può offrire vantaggi sul riscaldamento elettrico.

Molti altri sistemi di riscaldamento furono proposti, sistemi che non hanno avuto sanzione pratica. Mi limiterò ad accennare brevemente ai brevetti di *Hausser* che ha proposto un sistema realmente geniale ma di difficile applicazione. *Hausser* vuole produrre ossido di azoto facendo esplodere nel cilindro di un motore a scoppio

una miscela di combustibile e aria, e iniettare nel cilindro dell'acqua in modo da raffreddare rapidamente il gas fino a che si arrivi ad una temperatura alla quale l'ossido di azoto non si decompone.

Il calore ancora contenuto nel gas verrebbe trasformato in lavoro meccanico. L'energia che si perde per l'iniezione d'acqua nel momento della massima temperatura è più che compensata dalla produzione dell'acido. Teoricamente si dovrebbero avere buoni risultati se il raffreddamento avvenisse rapidamente solo nell'intervallo fra due alte temperature. Ma in pratica non si è avuto finora nessun successo.

Più numerosi ancora sono i brevetti mediante i processi di riscaldamento elettrico. Solo questi processi hanno potuto avere fino ad oggi una sanzione pratica. Si capisce facilmente come il riscaldamento elettrico possa condurre all'effetto desiderato.

In primo luogo col riscaldamento elettrico si possono ottenere le più elevate temperature possibili, il che è molto utile per la formazione dell'ossido di azoto e per ottenerlo ad una certa concentrazione, inoltre è solo col riscaldamento elettrico che si ha la possibilità di ottenere un effettivo raffreddamento mediante un eccesso d'aria. Con tutti gli altri processi di riscaldamento essendo relativamente bassa la temperatura la concentrazione dell'ossido di azoto è piccola, e diluendosi il gas con aria tale concentrazione acquista valori così piccoli da non potersi più praticamente assorbire questo gas, con acqua.

Per questa ragione solamente i processi nei quali l'elevata temperatura è data da un arco elettrico hanno potuto avere pratica riuscita.

Il meccanismo dell'arco elettrico è ancora oscuro su molti punti, ma fortunatamente per l'industria si è potuto utilizzare l'arco elettrico senza conoscerne completamente il suo meccanismo.

Le leggi generali che regolano un'arco elettrico sono le seguenti:

1.° Gli archi corti ed intensi domandano per il loro funzionamento una tensione relativamente debole. Al contrario gli archi lunghi e di debole intensità non possono esistere se non con tensioni elevatissime.

2.° Per poter accendere l'arco occorre disporre di una tensione minima al disotto della quale l'arco non si accende.

3.° La potenza consumata da un arco principalmente sotto forma di calore aumenta proporzionalmente alla lunghezza per archi della

stessa intensità e per archi della medesima lunghezza aumenta proporzionalmente all'intensità della corrente che attraversa l'arco.

Queste sono le leggi che furono dedotte dallo studio degli archi brevi di intensità media, formati in aria tranquilla, studiati in laboratorio. Di modo che queste leggi non valgono più per gli archi che servono alla combustione elettrica dell'azoto, o almeno queste leggi possono servire ad insegnarci il fenomeno qualitativo, non il fenomeno quantitativo. Gli archi adoperati nei forni ad ossidazione dell'azoto hanno una potenza mille volte superiore ai soliti archi, sono soffiati e deformati da campi magnetici o da energiche correnti d'aria e inoltre bruciano in una atmosfera ricca dei prodotti delle reazioni chimiche che si svolgono. È facile capire che in queste condizioni la ionizzazione e la diffusione degli ioni, debbano avvenire in un modo diverso e che le condizioni di esistenza dell'arco si trovino considerevolmente modificate.

L'arco voltaico è una corrente elettrica di natura particolarmente instabile. La minima corrente d'aria lo deforma, lo allunga, e per conseguenza tende a spegnerlo, il più sovente questo allungamento si produce automaticamente per l'ascesa dell'aria scaldata dall'arco.

In linea generale tutte le cause che tendono a facilitare la ionizzazione nel mezzo gassoso che separa gli elettrodi, facilitano contemporaneamente la stabilità ed il mantenersi dell'arco.

Per questo la presenza nelle sue vicinanze di corpi portati ad alta temperatura, emettenti degli elettroni, costituisce per l'arco una condizione favorevole di durata.

Lo stesso avverrà per le scariche intermittenti, scintille o fiocchi, raggi ultravioletti, raggi Becquerel, raggi X, fiamme di tutte le altre cause di ionizzazione. Al contrario le correnti d'aria, disperdendo gli ioni, diminuiscono la stabilità dell'arco e tendono a spegnerlo. I campi magnetici hanno generalmente lo stesso inconveniente, avendo per effetto di allungare o di deformare il tragitto percorso dai centri elettrizzati o ioni fra il catodo e l'anodo.

Le nuove teorie della ionizzazione esplicano egualmente il fatto constatato dall'esperienza, che le correnti alternate danno degli archi meno stabili che le correnti continue e che ad alta frequenza la stabilità è più grande che a bassa frequenza. Infatti nell'arco a corrente alternata ciascuno degli elettrodi funziona alternativamente come anodo e come catodo. Ne risulta che in questo caso i due elettrodi debbono essere mantenuti all'incandescenza perchè l'arco possa sussistere. In secondo luogo, a ciascuna alternazione, l'arco

si spegne per riaccendersi un'istante dopo, quando la tensione elettrica è ritornata sufficientemente elevata. Si hanno due regimi che si succedono e si alternano in un modo assolutamente differente: *il periodo di spegnimento* caratterizzato da una diminuzione di tensione agli elettrodi, *il periodo di accensione* nel quale la tensione dipende a ciascun istante dal valore variabile della intensità.

Così a condizioni eguali, la stabilità dell'arco è tanto più debole quanto più il peso atomico del metallo-elettrodo è elevato. Quando per una causa qualunque, il periodo di spegnimento prende una durata sufficiente rispetto al periodo di accensione, il raffreddamento degli elettrodi è tale che la riaccensione dell'arco non è più possibile nel periodo seguente; l'arco allora si spegne.

Gli elettricisti sanno che per rimediare alle numerose cause di instabilità dell'arco, è necessario disporre nel circuito elettrico di una riserva di tensione alle volte considerevole fra la marcia a vuoto e la marcia a carico. Occorre infatti che ogni diminuzione di corrente ogni allungamento dell'arco sia accompagnato da una elevazione automatica e sufficiente alla tensione disponibile.

L'installazione elettrica deve essere eseguita in modo di produrre automaticamente questo effetto. Quanto ai mezzi adatti a questo scopo sono molto numerosi. Colle correnti continue si può prendere una dinamo a forte reazione di indotto ed aggiungervi una resistenza, o meglio si disporranno gli archi in serie, ciascun arco avendo come resistenza ausiliare l'insieme della resistenza di tutti gli altri.

Colle correnti alternate, si utilizzerà non solamente la reazione d'indotto dell'alternatore, ma la sua self-induzione. Vi si aggiungerà una self-induzione ausiliaria sufficiente ad opporsi ad ogni variazione brusca di regime.

Da tutte queste considerazioni si deduce subito la grande superiorità per l'ossidazione dell'azoto dei forni a grande sviluppo di arco. In questi forni i watt consumati sono a condizioni eguali proporzionali allo sviluppo di questi archi e la loro potenza di produzione aumenta del pari.

I forni a grande potenza devono dare dei migliori risultati che non i forni a potenza piccola o media, perchè a parità di condizioni, un forno a grande potenza la stabilità dell'arco può essere assicurata con un voltaggio più debole.

Malgrado l'imperfezione delle nostre conoscenze teoriche che sono a disposizione del tecnico e non possono dargli che delle indicazioni relative, si possono però stabilire un certo numero di prin-

cipi utili per la pratica che si possono rapidamente riassumere come segue:

1. — Operando in vasi chiusi, senza rinnovare il gas contenuto nei forni ad ossidazione, si arriva *dopo un certo tempo*, ad un tenore limite di NO . Questo tenore dipende dalla natura dell'arco e dalle scintille, dal modo di riempimento della camera del forno coll'arco o colle scintille, dalle dimensioni della camera, e dall'efficacia del dispositivo del sistema caldo-freddo.

Ecco qui i risultati ottenuti da Briner e Durand a diverse temperature esterne del sistema caldo-freddo.

Temperatura esterna del sistema caldo-freddo	+ 15	—	78	—	192
Concentrazione limite in NO^2 (NO)	5-6 %		12-15 %		20 %.

La concentrazione del 20 % corrisponde alla fissazione totale dell'ossigeno.

2. — Operando industrialmente occorre fare circolare l'aria rapidamente attraverso il forno. *A parità di condizioni con aumento del quantitativo d'aria il rendimento orario per Kilowatts di potenza utilizzata nel forno rispetto all'efflusso gassoso, cresce, arriva ad un massimo e diminuisce in seguito.*

Il massimo M (fig. 1), corrisponde al miglior rendimento assoluto dell'apparecchio. Questo rendimento varia da un'apparec-

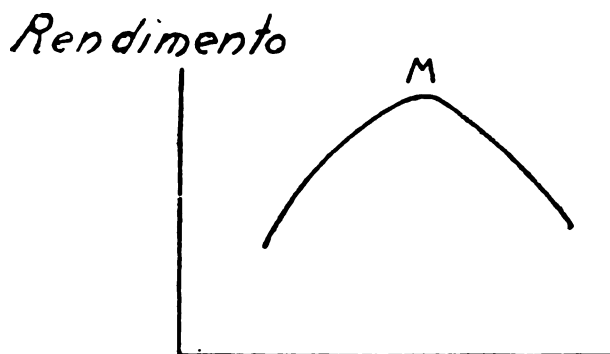


Fig. 1.

chio all'altro, e per uno stesso apparecchio varia con tutte le altre condizioni di funzionamento, potenza elettrica applicata, periodi-

cità della corrente, natura e lunghezza degli archi, posizione degli elettrodi, efficacia del sistema di caldo e freddo.

3. — *La concentrazione del gas si abbassa per ogni apparecchio col crescere del quantitativo d'aria* (fig. 2) e la concentra-

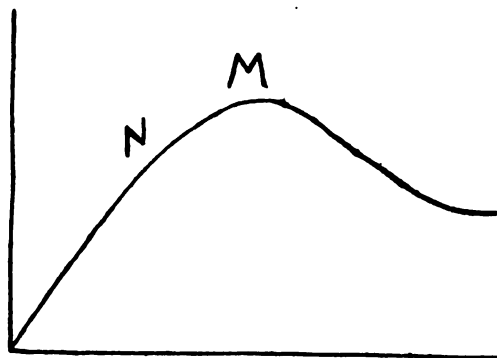


Fig. 2.

zione corrispondente al massimo *M* della fig. 1, è molto inferiore alla concentrazione limite per lo stesso gas trattato in vasi chiusi.

Industrialmente si ha quasi sempre vantaggio ad avere un rendimento inferiore al massimo *M*, ad es. un rendimento *N*, della figura 1, pur di avere una concentrazione maggiore che facilita in seguito l'assorbimento dei gas.

4. — *Per uno stesso apparecchio, a parità di tutte le altre condizioni, il rendimento orario per Kilowatt dipende dalla lunghezza dell'arco vale a dire del suo sviluppo.*

Si è visto in precedenza che a parità di condizioni e soprattutto a intensità elettrica costante, la potenza consumata nell'arco, sotto forma di calore è proporzionale alla lunghezza dell'arco. Questo fatto mette in evidenza tutti i vantaggi che presentano i forni a grande sviluppo d'arco, sembra anzi che il rendimento debba crescere infinitamente colla lunghezza dell'arco. Nella pratica questo non avviene tenendo costante il quantitativo d'aria e lavorando con archi successivamente più lunghi, ossia con archi di maggior potenza utile, i gas arrivano alla loro concentrazione limite in ossido d'azoto, prima di avere attraversato tutta la camera di ossidazione e i gas rimangono in contatto coll'arco, senza che si abbia un aumento nel rendimento, mentre la potenza elettrica consumata aumenta colla lunghezza dell'arco. La curva del rendimento in funzione della lun-

ghezza dell'arco (o potenza dell'arco) a parità di condizioni, prende la forma rappresentata dalla figura 3 dove M indica il massimo del rendimento.

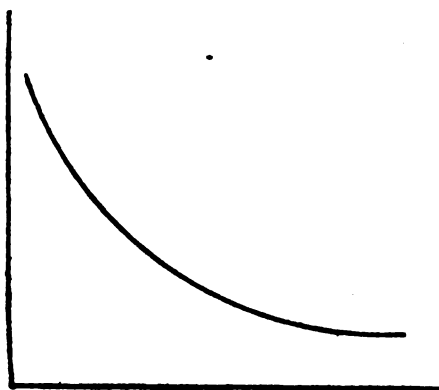
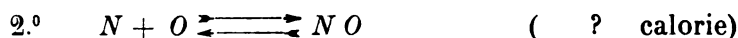
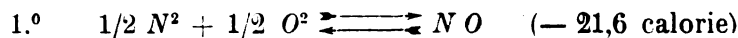


Fig. 3.

Si deduce da ciò che in un forno per ossidazione d'azoto a circolazione d'aria, la concentrazione massima in ossido d'azoto si ha quando i gas raggiungono il limite praticamente possibile della concentrazione nel momento preciso nel quale escono dal forno di ossidazione, questa condizione sarà tanto più realizzata, quanto più la camera del forno sarà riempita dall'arco elettrico.

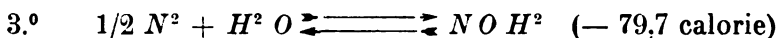
Se noi ora consideriamo i fenomeni che avvengono in un certo volume d'aria che passa attraverso il forno ad ossidazione d'aria, aria che viene portata in parte alla temperatura elevata dell'arco, e si raffredda, dopo l'uscita dal forno, alla temperatura ordinaria, si possono distinguere le fasi seguenti:

A) L'aria è portata bruscamente, ma solo in parte, a delle temperature di 3000-3500 C°. Fra 1500 e 3000 gradi l'ossido d'azoto si forma secondo le reazioni:



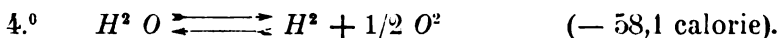
Il senso termico dell'equilibrio 1° è tale, che più la temperatura è elevata e più aumenterà la concentrazione in ossido d'azoto, conformemente al principio di Le-Chatelier.

Quando l'aria contiene dell'umidità — ciò che è il caso dell'aria ordinaria — è possibile che una piccola quantità di ossido di azoto si formi per reazione fra l'azoto e il vapore d'acqua.



che ha lo stesso senso termico della reazione N. 1.

Nello stesso tempo il vapore d'acqua presente nell'acqua si dissocia



L'idrogeno e l'ossigeno libero possono agire in due modi, sia diminuendo la concentrazione del NO per riduzione da parte dell'idrogeno, sia aumentandola per l'aumento di concentrazione dell'ossigeno e spostando quindi la reazione nel senso della reazione n. 1.

Dalle prove pratiche si ha che la presenza di vapore diminuisce la concentrazione di NO .

B) L'aria è raffreddata, il primo periodo di raffreddamento va dalla temperatura dell'aria a $1200^{\circ}C$; questo periodo è distinto, se il raffreddamento non è istantaneo, dalla decomposizione del gas NO in N^2 e O^2 . Non si può evitare questa parziale decomposizione, ma al di sotto di $1200^{\circ}C$ essa diventa trascurabile. La concentrazione limite media del gas NO assume un valore tanto più elevato, quanto più grande è nelle vicinanze dell'arco la regione dei falsi equilibri, rispetto a quella degli equilibri chimici veri.

C) Il secondo periodo di raffreddamento va da $1200^{\circ}C$ a $500-600$. In questo periodo non avvengono reazioni chimiche importanti.

D) Il terzo periodo di raffreddamento va da $500-600^{\circ}C$ alla temperatura ordinaria. Questo periodo è caratterizzato dai diversi equilibri d'ossidazione del gas NO in $N_2 O_3$ — NO_2 o $N_2 O_4$, che si possono concepire in vari modi e cioè, ossidazione successiva di NO in $N_2 O_3$ poi in $N_2 O_4$ o NO_2 (Berthelot, Rasching) oppure ossidazione di NO in NO_2 o $N_2 O_4$ con formazione ulteriore di $N_2 O_3$ per addizione di NO e NO_2 (Lunge, Engler, e Würberger).

Le proporzioni relative dei diversi gas NO_2 — $N_2 O_4$ — $N_2 O_3$ — NO in equilibrio nel gas dell'arco, raffreddato alla temperatura ordinaria variano colla concentrazione dell'azoto combinato. Alla concentrazione del 1 % in NO in volume, si può ritenere, che il gas NO libero rappresenti circa il 10-20 %, il resto è formato quasi esclusivamente da perossido d'azoto, del quale 9/10 sono allo stato di NO_2 e 1/10 allo stato di $N_2 O_4$ la quantità libera di $N_2 O_3$ non rappresentando, nello stato di equilibrio che una piccola frazione del totale.

Io mi astengo dal descrivervi tutte le varie forme di forni elettrici che sono state inventate per l'ossidazione dell'azoto, ma mi li-

miterò a descrivervi i tre tipi di forni ad ossidazione dell'azoto che funzionano attualmente nelle diverse fabbriche.

Ricorderò solo il tentativo, senza successo, di Bradley alle cascate del Niagara. Questo metodo dava un rendimento abbastanza soddisfacente in acido nitrico per kilowatt-anno, solamente gli apparecchi impiegati erano troppo complicati e ciascun aggregato non sviluppava che una quantità di energia molto piccola, derivava quindi da ciò un'impianto troppo costoso. Dopo le prime prove l'impianto venne abbandonato nell'estate del 1904 non ostante che gli apparecchi fossero molto interessanti.

Consistevano in un tamburo o cilindro munito di punte di platino orientale radialmente. In questo tamburo si trovava un'altro cilindro più piccolo, munito sulla sua superficie esterna di punte più piccole in platino. Facendo girare l'uno o l'altro di questi tamburi su sè stesso, le punte di platino interne ed esterne si avvicinavano e si allontanavano l'una dalle altre. I tamburi erano uniti ai due poli di un generatore di corrente a 8-10.000 volts. Quando nella rotazione dei tamburi la distanza fra due punte opposte si trova sufficientemente ridotta, si forma un'arco fra le due punte arco che viene prima allungato e poi spento dall'allontanarsi delle punte per la rotazione del tamburo.

Facendo passare una corrente d'aria fra lo spazio dei due tamburi, una parte di quest'aria viene trasformata in ossido d'azoto. Il principio fondamentale di questo sistema consiste adunque nella formazione di un'arco elettrico, presentando con un massimo di lunghezza un minimo di sezione, in modo di poter portare in contatto colla superficie dell'arco un volume d'aria il più grande possibile.

Un arco elettrico ordinario a grande intensità è molto grosso e voluminoso, e non si può fare passare attraverso l'arco un volume d'aria corrispondente all'energia sviluppata. È questa la ragione per la quale l'arco elettrico ordinario non si presta all'ossidazione dell'azoto dell'aria.

Bradley e Loveyoy hanno cercato di superare questa difficoltà, dividendo un'arco di intensità elevata in un numero grande di piccole scariche, essi sono riusciti a produrre 414.000 scintille per minuto con un'arco di 5 kilowatts. Con questa estrema divisione dell'arco essi sono riusciti a realizzare in un modo soddisfacente l'ossidazione dell'aria, ma si immagina facilmente le enormi difficoltà di ordine tecnico che rappresenta l'applicazione di questo metodo.

Nel processo Birkeland e Eyde si è superata la difficoltà di

fare passare l'aria in quantità sufficiente attraverso un'arco di grande intensità rovesciando la cosa, facendo cioè passare l'arco elettrico attraverso l'aria ad una velocità elevata e facilmente regolabile. Nel processo Birkeland e Eyde si forma un'arco fra le espansioni polari di una elettrocalamita e in queste condizioni si forma una fiamma elettrica assolutamente nuova e molto adatta per produrre la combinazione chimica dell'azoto coll'ossigeno.

Questa fiamma elettrica fu scoperta per caso da Birkeland eseguendo alcuni studi sulle aureali boreali. Nel corso delle sue ricerche egli osservò che un'arco di 40 ampères di intensità a 600 volts trovantesi in un campo magnetico di grande intensità (25.000 linee di forza) per centimetro quadrato si trasformava in una fiamma a disco circolare di circa 10 centimetri di diametro.

Il Birkeland ripeté l'esperienza con un'arco di 2 ampères e 3000 volts. Gli elettrodi furono collocati equatorialmente fra i due poli di una potente elettrocalamita, ad una distanza di uno o due millimetri l'uno dall'altro, distanza che fu mantenuta invariabile durante l'esperienza. Si produceva allora una bella fiamma circolare molto stabile accompagnata da un rumore elevatissimo e che stordiva.

Variando la forza dell'elettrocalamita si poteva fare variare entro certi limiti l'altezza del suono della fiamma e si è potuto stabilire che il suono aumentava col crescere dell'eccitazione dell'elettrocalamita. Questa esperienza fu rinnovata a Ginevra in presenza di un certo numero di fisici impiegando una dinamo potente — sistema Thury

Impiegando della corrente continua la fiamma si sviluppa in questo caso da un lato degli elettrodi in forma di disco semicircolare. Con una corrente alternata di forte tensione si ottiene egualmente una fiamma molto sottile in forma di disco eguale a quella che si ottiene colla corrente continua, ma con questa differenza che la fiamma si sviluppa alla superficie intera di un circolo ed emette un suono molto minore. Per potersi rendere conto della natura di questa fiamma elettrica è bene ricordare che un conduttore percorso da corrente e trovantesi in un campo magnetico tende a mettersi in movimento.

Per convincersi di ciò basta sospendere fra i poli di una elettrocalamita un filo conduttore flessibile mantenuto teso mediante un peso in modo da tenerlo in posizione perpendicolare all'asse dell'elettrocalamita. In queste condizioni il conduttore devierà in alto od in basso secondo la direzione della corrente con un'ampiezza che

raggiungerà facilmente una ventina di centimetri da una parte e dall'altra. Facendo percorrere il conduttore da una corrente alternata, il conduttore si porrà ad oscillare fra i due poli dell'elettrocalamita.

Or bene, l'arco elettrico si comporta in modo analogo al conduttore metallico. L'arco devia verso il basso o verso l'alto secondo la direzione della corrente e grazie all'estrema mobilità dell'arco, la velocità del movimento può diventare considerevole, si può portarla a 100 metri per secondo ed anche a velocità maggiori.

La figura 4 rappresenta l'arco di Birkeland. Le spiegazioni

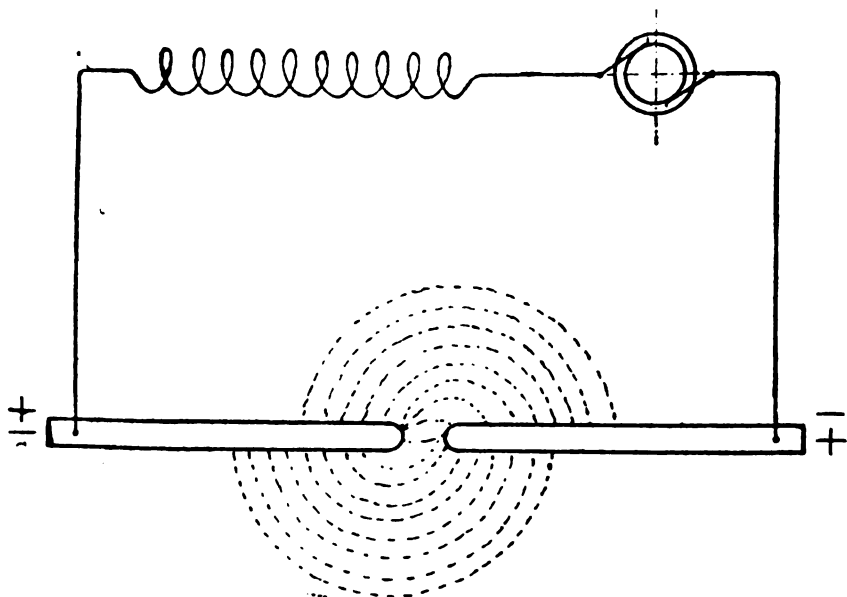


Fig. 4.

dette in precedenza permettono di spiegarsi la formazione di fiamme a forma di dischi circolari.

Nei punti molto vicini dei due elettrodi si forma prima un'arco elettrico che costituisce una corrente molto mobile, molto flessibile e che si trova in un campo magnetico di grande intensità. L'arco si dispone allora in una direzione perpendicolare alle linee di forza e con grande velocità le basi dell'arco si allontanano per un movimento retrogrado dalle punte degli elettrodi.

Man mano che l'arco si allunga, la resistenza elettrica cresce e quindi anche la tensione, fino a che questa diventa sufficientemente elevata per fare scattare una nuova scintilla fra le due punte

degli elettrodi. L'arco così formatosi in questo momento non offre che una debole resistenza, causa la sua poca lunghezza, allora la tensione sugli elettrodi si abbassa e l'arco periferico che ha la maggiore lunghezza si spegne. Tutto ciò avviene naturalmente nell'ipotesi che la regolazione della corrente si faccia mediante una resistenza induttrice montata in tensione colla fiamma.

Impiegando corrente continua gli archi si dirigono tutti dalla medesima parte in modo da formare un disco semicircolare. L'altezza del suono che emette la fiamma, permette di giudicare del numero degli archi per secondo. Con una elettrocalamita di potenza

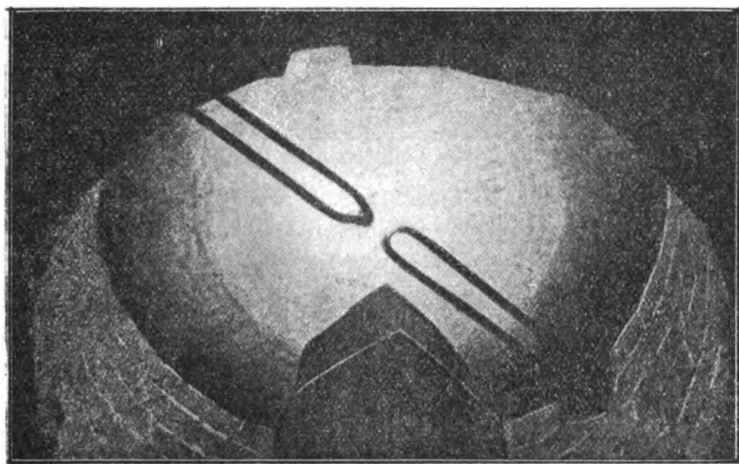


Fig. 5.

sufficiente si arriva ad ottenerne un migliaio. La fiamma si estende per una lunghezza maggiore verso il polo negativo. Le basi degli archi appariscono come dei punti incandescenti sugli elettrodi. All'elettrodo positivo questi punti luminosi sono più piccoli e più fitti rispetto a quelli dell'elettrodo negativo sul quale i punti luminosi sono di dimensioni maggiori e più lontani gli uni dagli altri. La presenza di questi punti luminosi si spiega col fatto che gli archi aderiscono e sono attaccati agli elettrodi, di guisa che il loro distacco dovuto alle forze magnetiche avviene a salti, ad intervalli. Il modo come gli archi si spiegano permette di riconoscere che essi aderiscono più fortemente all'elettrodo negativo che non all'elettrodo positivo, e ciò spiega perchè la fiamma si allarghi di più sull'elettrodo negativo, come ho detto in precedenza. Impiegando invece della corrente alternata gli archi aventi la direzione della corrente

positiva si sviluppano tutti da una stessa parte, quelli aventi la direzione della corrente negativa si svolgono dalla parte opposta, nel caso che l'eccitazione dell'elettrocalamita sia fatta con corrente continua.

In queste condizioni la fiamma prende l'aspetto di un disco luminoso che si estende sulla superficie di un circolo intero. (fig. 5).

Mediante l'oscillografo si può mettere in evidenza il numero degli archi che si formano per secondo, numero che può essere determinato come ho detto prima, anche dal suono emesso dalla fiamma. Si può regolare la fiamma in maniera da produrre un solo arco per ogni cambiamento di corrente, ossia con una corrente di 50 periodi, 100 archi per secondo, saranno alternativamente lanciati in basso od in alto a grande velocità. Si può pure produrre fiamme con un grande numero di archi per ogni alternazione della corrente, ossia fiamme con molte centinaia di archi per secondo. Questo si ottiene aumentando la forza elettromotrice o avvicinando gli elettrodi.

Alla tensione di servizio normale di 5000 volts la distanza fra gli elettrodi è generalmente di 6-8 millimetri.

Il forno di Birkeland consiste in un cilindro di ferro cavo, piatto, rivestito di materiale refrattario, del diametro di circa 2 metri. Lo spazio interno nel cilindro nel quale si produce la fiamma è di 8 centimetri, una serie di aperture nello spessore delle pareti, permette di introdurre l'aria nella camera stessa. Il sistema magnetico si compone di due potenti elettro-calamite con i poli opposti disposti verso l'interno del forno con una distanza di 8 centimetri fra di loro. Gli elettrodi sono formati da un tubo di rame dello spessore di un centimetro e mezzo, raffreddati mediante circolazione di acqua e possono sopportare senza inconvenienti una fiamma che sviluppa 1000 cavalli e avente un diametro di 1,8 metri. Che fiamme simili possano bruciare in permanenza in un forno che non ha che 8 centimetri di larghezza su 2 metri di diametro, senza deterioramento del forno è un risultato sorprendente. È stato possibile costruire dei forni industriali pratici di poca spesa, di grande produzione e di poca manutenzione. Attualmente funziona in Norvegia un'impianto che assorbe 50000 cavalli di forza. I forni hanno la potenza di 4000 cavalli, ma si potrebbero costruire con potenze molto maggiori. Si sta costruendo un'altro impianto di 150.000 cavalli.

Si credeva che la grande superiorità dell'arco Birkeland fosse dovuta alla estrema mobilità dei numerosi archi che lo compongono

e che producevano un grande riscaldamento dell'aria. Ciò non è assolutamente vero e si sono potuti costruire dei forni nei quali l'arco rimane assolutamente tranquillo ad esempio il forno della Badische. Il forno studiato ed applicato dalla Badische-Anilin-und-soda-fabrik si fonda su di un'altro principio ed è basato non più come nel forno Birkeland sulla produzione di molti archi che si succedono rapidamente, ma sulla produzione di un'arco stabile di grande lunghezza e di grande potenza.

Si tratta di un'arco assolutamente di forma speciale. Come ho detto prima è impossibile far passare attraverso uno dei soliti archi elettrici il quantitativo d'aria necessario. Il dott. Schönherr della Badische ha risolto il problema col far lambire dall'aria un'arco elettrico nel senso della lunghezza dell'arco. Questa cosa sembra molto più facile in teoria che non in pratica. Un'arco di grande lunghezza e che brucia liberamente è un'arco completamente instabile, che si spegne per la minima causa anche quando si crede sieno eliminate tutte le correnti d'aria. Volendo avere un buon rendimento occorre portare in contatto dell'arco delle grandi quantità di aria, bisogna quindi impiegare delle grandi velocità d'aria ed allora l'arco si spegne immediatamente. La poca stabilità dell'arco a corrente alternata, corrente che nello stato odierno di sviluppo della elettrotecnica solamente si può impiegare, costituisce un'altra grave difficoltà.

Per le pulsazioni della stessa corrente alternata, per il suo continuo passare dallo zero al massimo della tensione, per la sua direzione nei due sensi opposti si producono tali disturbi e tali alterazioni nello stesso ambiente dell'aria che circonda l'arco che quasi quasi si aveva il diritto di ritenere impossibile la soluzione del problema. Ma un geniale artificio di Schönherr ha risolto brillantemente il problema. Se invece di essere soffiata parallelamente all'arco, l'aria viene soffiata con un certo angolo in modo da formare una spirale attorno all'arco, l'arco a corrente alternata diviene perfettamente costante. Quest'arco brucia regolare e tranquillo come una antica candela di stearina e può essere rinchiuso in uno stretto tubo di acciaio, senza che l'arco vada a toccare le pareti, cosa che avviene qualora si soffi l'aria linearmente all'arco. In questo caso bisogna adoperare un tubo verticale di ferro, con un'elettrodo isolato (fig. 5). Basta introdurre nel tubo l'aria con un movimento a spirale e provocare l'accensione dell'arco, perchè questo si formi e bruci tranquillamente.

L'accensione può essere fatta semplicemente lasciando fra l'e-

lettrodo isolato e la parete del tubo in un punto qualunque una distanza molto piccola e tale che a circuito elettrico chiuso per la tensione che si trova nell'elettrodo isolato scatti liberamente un'arco contro la parete del tubo. Appena ciò è avvenuto l'aria allontana l'estremità del piccolo arco che toccava la parete del tubo stesso e ne risulta un lungo arco di 5 o 7 metri di lunghezza che brucia tranquillamente nell'asse del tubo, e che ha la sua estremità molto lontana dall'elettrodo isolato, e precisamente là dove i gas sono diventati così caldi, da avere acquistata sufficiente conducibilità e da lasciarsi attraversare dalla corrente. Poichè all'arco è inserita in serie una resistenza induttiva, così diminuisce la tensione dell'arco e precisamente la tensione diminuisce di un valore sufficiente per impedire che l'arco scatti di nuovo contro la parte più stretta del tubo dove si è effettuata l'accensione. Se l'arco si spegne per una ragione qualunque si produce di nuovo automaticamente l'accensione. Nei grandi forni industriali questo modo di accensione non è attuato perchè nell'esercizio industriale dava luogo a vari inconvenienti. In pratica l'accensione si produce abbassando una asticina di ferro dalla parte superiore, asticina che funziona come un secondo elettrodo fino a toccare l'elettrodo inferiore isolato e poi si innalza mediante una leva la detta asticina e la si esclude dal circuito.

Poichè tutta l'armatura del forno, ad eccezione dell'elettrodo centrale è messa a terra, così questa operazione non rappresenta nessun pericolo per l'operaio. L'accensione dell'arco può essere fatta in molti altri modi, ad esempio facendo scattare una scintilla, accendendo una fiamma, oppure anche sparando un colpo di revolver. Poichè la tensione impiegata è di 4000-5000 volts, basta una minima conducibilità per produrre l'accensione dell'arco.

Il movimento a spirale dell'aria è ottenuto molto facilmente soffiando l'aria tangenzialmente al tubo. Lasciando entrare l'aria nel tubo, questa lo percorre descrivendo una spirale. Nel forno industriale l'ingresso dell'aria è fatto mediante otto aperture tangenziali al tubo colle quali si ottiene una grande regolarità nella distribuzione dell'arco, e l'arco grazie a questa disposizione brucia completamente regolare.

Nei forni industriali l'aria passa attraverso una serie di questi tubi disposti tangenzialmente al forno e gli uni sopra agli altri in modo che si possono regolare mediante un diaframma. Si ha così la possibilità coll'impiego della stessa quantità d'aria di regolare la lunghezza dell'arco e caricare egualmente i forni.

Dalla figura 6 si può vedere chiaramente la costruzione del forno. Nel centro del forno si trova l'elettrodo isolato. L'elettrodo è

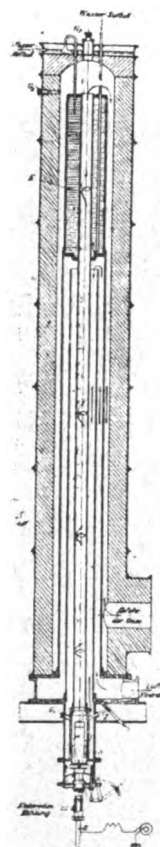


Fig. 6 e 7.

formato da un corpo di rame, energicamente raffreddato con acqua. Il corpo di rame è forato e nel foro è fissata una bacchetta di ferro che costituisce il vero elettrodo dal quale si forma l'arco.

Sull'elettrodo si forma uno strato di ossido di ferro magnetico, il quale volatilizza lentamente e protegge l'elettrodo dal calore dell'arco. A mano a mano che gli elettrodi di ferro si consumano, si fanno avanzare. Il consumo degli elettrodi è poco e la spesa del ricambio rappresenta pochi centesimi per kilowatt anno.

La figura 7 rappresenta il forno del Schönherr.

Per l'accensione dell'arco, si adopera una asticina di ferro. In basso si trova un vetro attraverso il quale l'operaio può sorvegliare

la formazione dell'arco e regolare l'avanzamento dell'elettrodo. Questo avanzamento è fatto a mano. L'arco di 600 cavalli ha una lunghezza di 5 metri quello di 1000 cavalli una lunghezza di 7 metri.

Il tubo che circonda l'arco è un semplice tubo di ferro. Sul tubo l'arco scatta solo nell'accensione. La parte superiore del tubo è co-

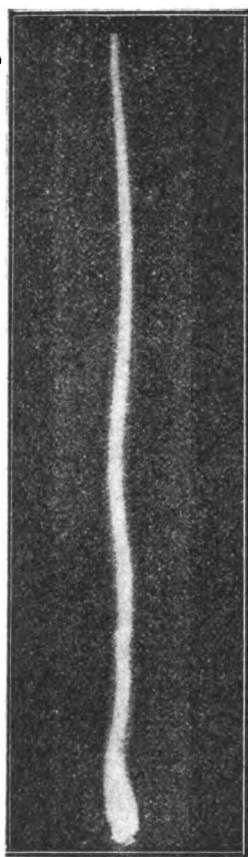


Fig. 8.

stituita da uno speciale raffreddatore. Regolando l'aria si arriva ad allungare l'arco fino contro il raffreddatore. Aperture speciali nel forno permettono di ispezionare l'arco e mantenerlo sul punto esatto. Poichè la lunghezza dell'arco varia pochissimo, così l'arco tocca una grande superficie del raffreddatore, il consumo del quale è molto limitato.

Il raffreddatore è poi costruito in modo da poter essere facil-

mente riparato. I gas caldi dopo il raffreddatore entrano in un canale in muratura che circonda concentricamente il tubo e vanno in un canale generale che li porta poi alla caldaia ed alle operazioni di assorbimento.

Il fattore di potenza della fiamma è praticamente eguale ad 1.

Il forno della Badische ha un grande vantaggio rispetto a quello di Birkeland, vantaggio che consiste nella maggior semplicità del forno e nell'assenza di costosi elettromagneti, costosi in sè e per l'esercizio. Una particolarità dell'arco di Schönherr è che l'arco non è uguale, ma ha la forma di un cilindro conico, colla base maggiore sull'elettrodo isolato dal quale prende origine e va assottigliandosi all'estremità fino a che alla fine prende quasi la forma di fiocco e si diffonde largamente nell'aria che diventa tutta luminosa all'estremità (fig. 8).

Nell'impianto di prova della Badische venne usata corrente alternata trifase. Le tre fasi di un'alternatore trifase erano collegate con tre linee di trasmissione. Un quarto conduttore collegava il punto neutro dell'alternatore con la terra nella sala dei forni elettrici. Le tre condutture erano collegate ciascuna con un elettrodo isolato di un forno. Il forno era messo poi a terra. In ciascuno dei tre circuiti veniva inserita una forte bobina di self in serie coll'arco. Secondo me il dispositivo trovato dalla *Salpetersaure industrie* ed applicato a Legnano nelle Officine Elettrochimiche dott. Rossi, offre dei notevoli vantaggi sul dispositivo dei forni precedenti.

L'arco dell'ing. *Pauling* della *Salpetersaure* è formato da un arco a V rovesciato fra due elettrodi a corni sul tipo dei parafulmini; dispositivo già preconizzato da molti autori. Nello stesso forno si formano due archi su 4 elettrodi a corna in serie; la stabilità di questo sistema di due archi in serie è molto più grande che quella di un arco unico della stessa tensione perchè ogni arco serve di autoregolatore all'arco vicino e si ottiene uno sviluppo totale degli archi quasi proporzionale al loro numero, questo sviluppo è considerevole ed è molto maggiore a potenza eguale di quello degli altri forni descritti. Infatti nel forno Schönherr si ha un cilindro sottile, di piccolo diametro molto lungo, ma di poca superficie; nel forno Pauling a parità di potenza abbiamo due fiamme che presentano complessivamente quattro superfici. Per un'arco di 500 kilowatt si arriva ad una superficie di quasi quattromila centimetri quadrati, superficie evidentemente molto superiore a quello del forno visto in precedenza.

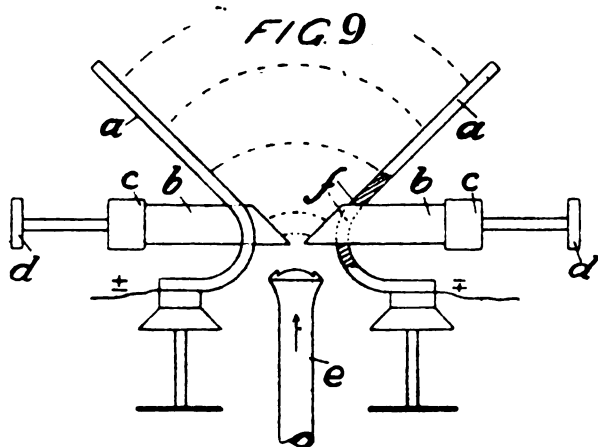
Gli elettrodi hanno la lunghezza di 50 centimetri e sono disposti

inclinati l'uno rispetto all'altro. L'arco viene soffiato da un getto di aria compressa. Si sa che un'arco che si forma fra due elettrodi a corno ha la tendenza a muoversi da solo in causa principalmente del movimento dell'aria calda.

L'arco che si forma nella parte più vicina dei due elettrodi si sposta rapidamente verso l'alto fino a spegnersi nella parte superiore. Ad ogni mezzo periodo l'arco si rinnova alla parte più stretta e si sviluppa fino alla parte più larga degli elettrodi.

Se fra i due elettrodi si fa passare una corrente d'aria a grande velocità, l'arco si allarga e si allunga molto di più. Nella pratica, dove si hanno archi con qualche centinaio di kilowatts, occorre che la distanza alla base fra gli elettrodi attraverso la quale scocca l'arco sia tale da poter lasciar passare liberamente il getto d'aria. Pur riducendo questa distanza al minimo per poter accendere l'arco specialmente in presenza di aria che si muove rapidamente occorre una tensione molto elevata, tensione che si abbassa rapidamente appena si accende l'arco.

La *Salpetersaure Industrie Gesellschaft* per poter avere un arco costante di grande intensità e poter fare passare attraverso l'arco la quantità di aria necessaria, ha brevettato un dispositivo parti-



colare di accensione veramente geniale (D. R. P. 198.241 del 15 gennaio 1907) che permette di mantenere accesi archi di grande intensità con tensione relativamente bassa.

Gli elettrodi principali a corno sono forati alla parte inferiore precisamente in corrispondenza del punto dove la distanza fra i due elettrodi affacciati è minore (fig. 9).

Attraverso queste due feritoie passano due sottili coltelli di ra-

me, che funzionano come coltelli di accensione. I coltelli si possono avvicinare fra di loro fino a raggiungere la distanza di pochi millimetri necessaria per mantenere regolare l'arco. Questo movimento avviene mediante la manovra di un volantino opportunamente isolato. Questi coltelli sono molto sottili e non impediscono quindi il

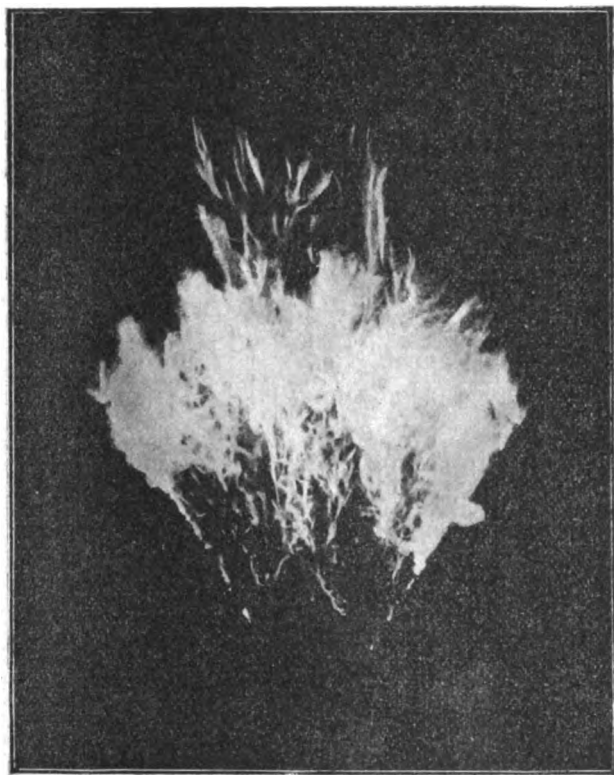


Fig. 10.

libero passaggio dell'aria, in modo che l'aria può agire completamente sull'arco.

Gli elettrodi principali sono disposti in modo da permettere il passaggio nel punto più ristretto di una corrente d'aria da 40 a 80 millimetri di larghezza. L'aria viene soffiata nell'arco mediante un ugello speciale, formato in modo da divergere l'aria all'uscita e di obbligarla a lambire gli elettrodi e la fiamma.

I vantaggi dei coltelli di accensione sono quelli di permettere una assoluta regolarità di funzionamento del forno. Le fiamme così ottenute (fig. 10) bruciano, sotto il punto di vista elettrico, nel modo

più tranquillo, e si presentano all'osservatore come la grande fiamma di un gas. La fiamma ha un colore bianco abbagliante dovuto alle particelle degli elettrodi che si volatilizzano. La larghezza della fiamma raggiunge circa ottanta centimetri. Gli elettrodi sono di acciaio e sono raffreddati con acqua e durano in esercizio circa 200 ore.

Le Officine di Legnano hanno brevettato l'impiego di elettrodi di leghe speciali con i quali si possono ottenere delle fiamme di lunghezza superiore al metro e larghe nel punto della maggiore larghezza circa 80-90 cm. ed aventi una superficie di quasi un metro quadrato.

Ogni forno *Pauling* si compone di due archi in serie alla tensione di 6000 volts. Sul forno è montata in serie una bobina di self. Per l'inserzione in serie la *Salpetersaure* è ricorsa ad un dispositivo speciale brevettato. Come ho detto in ogni forno due archi sono disposti in serie. Il polo di mezzo dei due archi, isolato molto bene contro terra, è unito con un polo esterno attraverso una grande resistenza ohmica o di self-induzione. Poichè la tensione di accensione è molto superiore alla tensione di lavoro alla quale brucia l'arco, per non annullare la differenza fra le due tensioni si ha un circuito ausiliare di grande voltaggio, 18000 volts, ma di piccola potenza in watts, mentre la tensione del circuito principale effettivo di lavoro corrisponde a quella dell'arco dopo l'accensione, ossia a 6000 volts. Lo schema di inserzione è disposto in modo che il circuito d'accensione non possa scattare contro il circuito di lavoro. Si possono, mediante questo dispositivo, inserire in parallelo in un circuito tutto quel numero che si vuole di archi senza che uno abbia ad influire sensibilmente sul funzionamento degli altri archi. Il rendimento per kilowatt-ora è uguale a quello degli altri sistemi ed oscilla fra i 60 ed i 70 grammi per kilowatt-ora. La corrente adoperata a Legnano è a 6000 volts e 50 periodi, come viene fornita dalla Società Lombarda.

Il fattore di potenza dell'arco è di circa 0.972-0.978. Agli elettrodi del forno la corrente è praticamente in fase con la tensione. Il fattore di potenza invece dell'intero circuito, compresa la bobina di self, è di circa 0.75. Ciò dipende dal fatto che la bobina di self montata in serie sul forno produce una notevole differenza di fase fra la tensione e la corrente. La funzione della Self montata in serie sul forno è quella di limitare la quantità di corrente dell'arco in caso di corto circuito colle pareti del forno, e di limitare il voltaggio della corrente e di proteggere contro eventuali danni le cen-

trali generatrici, danni che potrebbero essere prodotti da oscillazioni di alta frequenza che possono venire emesse dalla fiamma del forno. Si sa che questi effetti di risonanza possono avvenire in un arco a corrente alternata, è quindi assolutamente indispensabile l'adottare una bobina di self. Si spiega il perchè il fattore di potenza dell'arco è quasi eguale ad uno, ricordando che data la lunghezza della fiamma la conducibilità della corrente dell'arco è fatta durante più periodi dalle stesse molecole d'aria e quindi avvengono variazioni di resistenza molto più piccole di quelle che avvengono in un arco ordinario.

Considerando l'utilizzazione dell'energia si vede che ben poco si utilizza, quando si confronti la quantità di energia che occorre teoricamente con quella che si consuma nell'arco. Solamente il 3 % dell'energia totale dell'arco viene adoperata per la produzione dell'ossido di azoto. Ma il calcolo così fatto non è perfettamente esatto, perchè oltre all'ossido di azoto si ottiene una grande quantità di aria calda, la quale viene utilizzata in parte per altri scopi. Si è molte volte parlato di quanto potrebbe essere migliorato il processo della combustione elettrica dell'azoto. Per fare questi calcoli si prendeva a base una determinata temperatura alla quale si pensò di poter scaldare tutta la massa di gas e si confrontava la quantità di ossido d'azoto che si può formare secondo le teorie termiche del fenomeno, con quelle praticamente ottenute dall'arco. Questi confronti sono confronti molto teorici senza valore pratico perchè in nessun processo elettrico di combustione dell'azoto si arriva a riscaldare la massa totale del gas ad una unica temperatura e poichè non conosciamo le cifre esatte sulla distribuzione delle temperature nella massa di gas non possiamo stabilire come coincide il rendimento che si ottiene con il rendimento teorico.

Se si considera che 1 kilowatt-anno può produrre l'energia calorifica che si ottiene dalla combustione di una tonnellata di carbone, si vede che un forno per l'ossidazione dell'azoto di una potenza di 1000 kilowatts produce 500 tonnellate di acido nitrico all'anno e sviluppa nello stesso tempo un'energia calorifica equivalente a quella data da 1000 tonnellate di carbone. Di questo rilevante quantitativo di calore 40 % viene adoperato dall'acqua per il raffreddamento dei forni, 30 % viene utilizzato nella caldaia a vapore, e 10 % viene assorbito dai raffreddatori posti dopo la caldaia, il 17 % va perduto per irradiazione mentre il 3 % solo serve per la formazione dell'ossido d'azoto.

Come ho detto la frequenza della corrente adottata a Legnano

è di 50 periodi. Teoricamente si dovrebbe avere un vantaggio impiegando corrente a frequenza elevata ad esempio 200-250 periodi. La temperatura della fiamma è di circa 3500 gradi. Sappiamo che una reazione chimica tanto più rapidamente avviene quanto più alta è la temperatura. Con una corrente a 50 periodi, si forma un arco ogni mezzo periodo, vale a dire si avranno 100 momenti di massima temperatura per secondo. Se la frequenza fosse doppia, rimanendo uguali le altre condizioni, si avrebbe che i massimi di temperatura sarebbero raggiunti un doppio numero di volte.

E vero che la durata di questi massimi di temperatura sarebbe pure ridotta, ma si avrebbe il vantaggio che un maggior numero di molecole di aria sarebbero esposte ai massimi di temperatura. Tutto fa credere quindi che una frequenza più elevata dovrà dare un maggior rendimento per kilowatt-anno.

Nell'impianto di Legnano si hanno in funzione sei di questi forni a 6000 volts della capacità ciascuno di 650 kilowatts circa. Si stanno attualmente costruendo altri 9 forni che si spera di poter mettere in funzione col gennaio prossimo. L'impianto assorbirà allora 10000 kilowatts.

Si potrebbero costruire archi di maggiore intensità. Io ne ho visto uno in funzione ad Innsbruck di 4000 kilowatts. Anche in Norvegia furono provati con successo ed attualmente adottati forni di 4000 kilowatts. Ma nella pratica archi di così grande potenza non sono i più convenienti. Per quanto l'arco abbruci con un funzionamento assolutamente tranquillo, può accadere che l'arco qualche volta si spenga, ed allora il carico della rete e sui generatori diminuisce di colpo di tutti i 4000 kilowatts. Lo stesso avviene all'avviamento ed all'accensione dell'arco. Gli alternatori sono istantaneamente caricati di tutta la potenza dell'arco.

Reostati, come usati per l'avviamento dei motori, non si possono adoperare, si potrebbero adoperare diverse bobine di self disposte in parallelo ed eliminare l'una dopo l'altra. Ma ciò implica difficoltà d'altro genere.

Una cosa interessante e notevole è il fatto che le condizioni della corrente e della tensione nel forno sono molto differenti di quelle solite della elettrotecnica, e si debbono prendere molte precauzioni per poter fare delle esatte misure di corrente e di tensione. In Norvegia si è constatato che due strumenti di misura di precisione, stati controllati e campionati dall'ufficio imperiale, e che davano misure coincidenti con quella di altri apparecchi davano delle differenze del 4 per cento.

Istrumenti commerciali, ordinariamente esatti al 1 per cento o al 2 per cento davano delle indicazioni con differenze del 12 %. Anche le connessioni degli strumenti ai conduttori presentano difficoltà, perchè attraverso i conduttori passano delle correnti di 200 o 300 ampères ad una tensione di molte migliaia di volts contro terra. Misure da me fatte a Legnano, cogli strumenti ordinari mi hanno fatto constatare che il metodo solito di misura mediante trasformatori di misura e con inserzione degli apparecchi di misura sulla bassa tensione come si usa praticamente nell'elettrotecnica, conduce — nel caso di lunghi archi — a misure fortemente errate e quindi a falsi giudizi sulla efficienza e rendimento del forno.

Per avere misure esatte nel caso di archi occorre inserire sotto corrente la bobina del wattmetro elettromagnetico direttamente sui conduttori di linea e collegare la self di tensione in serie colla linea mediante resistenze non induttive.

Questo metodo però offre delle difficoltà perchè l'istrumento viene ad essere caricato con correnti elettrostatiche ad alto voltaggio che agiscono sulla parte mobile dell'istrumento.

A Legnano si fabbrica solamente dell'acido nitrico a tutte le concentrazioni commerciali dal 36 Bé al 48 Bé. In Norvegia dove l'industria della utilizzazione dell'azoto atmosferico è nata per prima è attualmente in funzione un grande impianto di 50000 cavalli con forni tutti del tipo Birkeland. La Società Norvegese dell'azoto che sfrutta i brevetti Birkeland si era unita col gruppo della Badische Anilin und Soda Fabrik. Pareva che si dovesse abbandonare il forno Birkeland e adottare il forno della Badische. Secondo una recente pubblicazione ufficiale della Società Norvegese dell'azoto invece il forno della Badische non è ancora stato applicato in scala industriale ma continua ancora ad essere sperimentato.

La Badische Anilin in unione della Farbenfabrik Bayer ed alla Actiengesellschaft für Anilin Fabrikation in Berlino aveva fatto una grande unione finanziaria col gruppo norvegese allo scopo di sfruttare su larga scala i brevetti e le forze idrauliche della Norvegia. Si dovevano sfruttare le forze del Rjukan dove si ha disponibile una caduta di 560 metri con un quantitativo costante di 47 metri cubi d'acqua. Una forza quindi di 250.000 cavalli elettrici. Inoltre la Società si era accaparrata un'altra forza di 400000 cavalli nel nord della Norvegia. Furono formate due Società, una per le forze idroelettriche l'altra per la produzione chimica dei derivati de l'azoto atmosferico. Il capitale delle due Società per il Rjukan è di circa

40000 milioni di corone norvegesi. La fabbrica di Notodden ha un capitale di 41.000.000 di franchi.

Tutti i forni dell'impianto di Notodden che ha una capacità di 350000 kilowatts sono esclusivamente forni del tipo Birkeland.

Nell'impianto del Rjukan attualmente ultimato e che deve andare in funzione fra breve, dovrebbero essere provati alcuni forni della Badische in confronto con quelli Birkeland.

Recentemente il gruppo della Badische ha diminuito di molto la sua partecipazione finanziaria nelle imprese di Norvegia riducendola da 17 milioni di corone a circa 5 milioni di marchi ed il gruppo norvegese ha assorbito le azioni prima possedute dalla Badische. Le vere cause del ritiro della Badische non si conoscono. La Badische la giustifica colla impossibilità di impiegare denaro e lavoro tedesco in Norvegia in causa delle leggi di quello stato che hanno imposto limitazioni grandissime alle partecipazioni del capitale straniero. Sta di fatto, come abbiamo visto, che i forni della Badische non sono fino ad oggi entrati nell'esercizio industriale. La fabbrica di Notodden ha presentato dei bilanci con larghi margini di guadagno. Nel 1909 si fabbricarono 12000 tonnellate di nitrato di calce e fu distribuito un dividendo del 10 %.

Identico dividendo fu distribuito nel 1910 dopo aver fatto ammortamenti larghissimi. Fra breve la fabbrica Norvegese avrà messo in funzione la prima parte dell'impianto del Rjukan e si spera fra breve di poter produrre 1.000.000 di quintali all'anno di nitrato di calce.

Nell'impianto di Legnano i gas caldi escono dai forni che contengono in media l'1,5 % di NO ed hanno in media una temperatura di 900-1000 gradi. Vengono fatti passare prima attraverso un riscaldatore d'aria che serve ad elevare la temperatura dell'aria che si soffia nei forni calda a circa 300 $^{\circ}\text{C}$. In seguito passano attraverso una caldaia a vapore di costruzione Franco Tosi, e producono del vapore. All'uscita della caldaia i gas hanno ancora una temperatura di circa 250 gradi, e vengono raffreddati facendoli attraversare prima un serpentino in ferro con raffreddamento d'aria, poi un serpentino di grès con raffreddamento ad acqua e in seguito entrano alla temperatura di 25 gradi nella torre di ossidazione.

L'ossido d'azoto NO prodotto dai forni elettrici, appena la temperatura si abbassa sotto ai 100 gradi si trasforma rapidamente

in biossido d'azoto N_2O_2 ed a bassa temperatura in ipoazotide N_2O_4 . Nell'aria fredda a 20 gradi contenente il 2 % in volume di gas N_2O l'ossidazione della metà dell'ossido di azoto, domanda almeno 12 secondi, quella dei 9/10 del quantitativo di ossido d'azoto richiede 100 secondi. Dovendosi trattare enormi quantitativi d'aria per ora occorre costruire delle torri di ossidazione di grande capacità. La torre dell'impianto di Legnano ha un diametro di 10 metri e 20 metri di altezza. Dopo l'ossidazione il gas passa nelle torri di assorbimento costruite con materiale resistente all'acido e riempito di pezzi di quarzo o di materiale poroso. L'assorbimento dell'ossido di azoto è la parte più difficile dell'impianto ed esige degli apparecchi costosi e di grande superficie, dato il grande volume dei gas che si debbono trattare.

Le difficoltà aumentano naturalmente col grado della diluizione dell'ossido di azoto, e di due processi che danno il medesimo rendimento coll'energia e di gran lunga da preferirsi quello che dà i gas più concentrati. Data l'enorme diluizione del perossido d'azoto l'assorbimento con acqua avviene con estrema lentezza. Questo fatto è tanto più curioso perchè il perossido d'azoto puro in presenza di ossigeno è assorbito rapidamente dall'acqua.

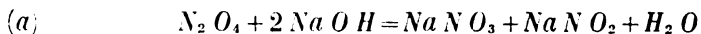
Invece il perossido diluito in un grande eccesso d'aria è assorbito lentamente e con grande fatica dall'aria perchè è sola l'ipoazotide N_2O_4 che è assorbita dall'acqua. Nel gas puro si ha una grande proporzione di molecole di N_2O_4 e quindi si ha un'assorbimento rapido. Nel gas molto diluito nell'aria non si ha che una debole proporzione di molecole N_2O_4 e quindi l'assorbimento è tanto più lento, quanto più è grande la diluizione.

Nell'assorbimento con acqua non si può arrivare ad assorbire completamente tutto l'ossido d'azoto contenuto nei gas dei forni. Dopo eseguito l'assorbimento del 75 % circa di detto ossido, questo viene a trovarsi in un tale grado di diluizione da non potere più essere praticamente possibile l'assorbimento con acqua.

Per superare questa difficoltà è stato proposto di assorbire i gas finali a mezzo di alcali, latte di calce, soda, carbonato di soda. In queste condizioni i gas di coda danno luogo a formazioni di nitrito o miscele di nitrito e nitrato, mentre l'assorbimento dei gas dei forni con alcali dà luogo a formazione di una miscela di nitrato e nitrito in proporzioni presso a poco equimolecolari. Questi fatti si spiegano nel modo seguente. Nei gas che escono dai forni e raffreddati predomina il gas N_2O_2 , una piccola parte di questo gas si trova allo stato di N_2O_4 ed è precisamente l' N_2O_4 che reagisce colle sostanze

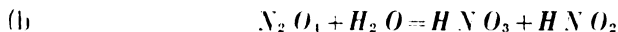
assorbenti, acqua, alcali, acido solforico. Avvenuta la reazione una nuova quantità di $N_2 O_4$ si forma a spese del NO_2 e noi possiamo ammettere che per reagire tutto il gas deve passare prima allo stato di $N_2 O_4$.

Nel caso degli alcali si ha:



Saturato tutto l'alcali, continuando a fare passare i gas dei forni, il nitrito sarà decomposto dall'acido nitrico libero formatosi, e si può ottenere alla fine una soluzione di nitrato quasi puro.

Con l'acqua ha luogo lo stesso fenomeno:



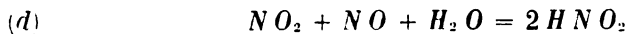
reazione immediatamente seguita dalla decomposizione dell'acido nitroso



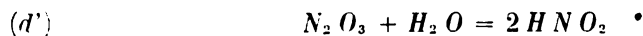
Il gas NO viene di nuovo riossidato, in modo che con torri di assorbimento sufficientemente sviluppate per dare alle varie reazioni sopra indicate il tempo necessario per verificarsi si dovrebbe arrivare ad assorbire tutto l'ossido di azoto in forma di acido nitrico.

Ma questo in pratica è molto difficile ad effettuarsi.

Infatti di mano in mano che l'assorbimento degli ossidi d'azoto coll'acqua aumenta, la concentrazione degli ossidi d'azoto residui diminuisce e si arriva ad un momento nel quale l' $N_2 O_4$ cessa di essere stabile e si trova dissociato quasi totalmente in NO_2 ed allora l'assorbimento non può più farsi che in forma di acido nitroso.



oppure

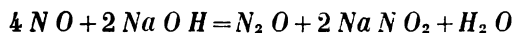


L'acido nitroso si decompone secondo la reazione (c) con formazione di acido nitrico e sviluppo di due terzi dell'azoto sotto forma di NO . Dal calcolo si deduce che se l'assorbimento avviene secondo il ciclo della reazione a, b, c, questo ciclo dovrà essere ripetuto

quattro volte di seguito per assorbire il 99 % dell'ossido d'azoto, se l'assorbimento avviene invece secondo il ciclo *d.* o *d'.c.*, questo ciclo dovrà ripetersi nove volte di seguito per arrivare allo stesso risultato.

Le considerazioni precedenti spiegano pure perchè l'assorbimento dei gas di coda con gli alcali condurrà, dopo il primo assorbimento con acqua, alla formazione principalmente di nitrito. Nei gas molto poveri di ossido d'azoto, questi non possono sussistere che allo stato di NO_2 - NO - N_2O_3 essendo la pressione parziale troppo debole per l'esistenza dei gas N_2O_4 . Questi ossidi reagiranno allora secondo le equazioni *d* o *d'* con formazione di nitrito.

Inoltre una parte di nitrito si forma secondo la reazione indicata altra volta da Gay-Lussac.



Industrialmente si può ottenere con assorbimento con acqua un acido al 30-40 % di HNO_3 anche partendo da gas molto poveri in ossido d'azoto. In realtà l'assorbimento con acqua può arrivare fino alla concentrazione del 33 % a partire da questo momento non si ha più formazioni di acido per assorbimento dei vapori nitrosi, ma semplice asportazione di vapore d'acqua da parte dei gas che traversano la torre; l'acido continua a concentrarsi fino al 40-41 % limite che non si può oltrepassare. Ciò proviene dal fatto che l'aria ordinaria contiene del vapore d'acqua, ed allora raggiuntasi la concentrazione del 40 % l'aria apporta una quantità eguale d'acqua a quella che asporta.

Impiegando dell'aria secca priva di vapore d'acqua si potrebbe arrivare fino alla concentrazione del 60-65 %, concentrazione che a partire dalla concentrazione limite di assorbimento — 33 % — avviene per eliminazione di acqua.

La Badische ha preso dei brevetti per ricavare dai gas dei forni, solamente del nitrito di soda, prodotto di grande valore per l'industria delle materie coloranti. Secondo questi brevetti si fa l'assorbimento coi gas molto caldi, alla temperatura di 300 gradi circa, prima che abbia avuto luogo l'ossidazione ad N_2O_4 .

Si forma del nitrito per neutralizzazione dell'acido nitrico reale N_2O_3 o virtuale (NO_2NO).

Probabilmente la formazione di nitrito è dovuto anche all'azione del gas NO sugli alcali secondo la reazione da Gay-Lussac già se-

gnalata e recentemente studiata da Sabatier.



reazione che fa vedere che una parte dell'azoto è perduta sotto forma di N_2O . In appoggio a questa constatazione, si deve ricordare il fatto indicato da Birkeland che il rendimento dei suoi apparecchi, quale risulta dall'analisi dei gas e dalla misura dei volumi gassosi è sempre superiore al rendimento dato dagli apparecchi di assorbimento, anche quando questi gas non contengono più acido nitroso.

Questo risultato è normale, perchè i gas di coda molto poveri in ossido d'azoto contengono del gas NO libero, il quale reagisce col latte di calce secondo l'equazione sopra ricordata di Gay-Lussac, e si trasforma per metà in gas N_2O , perduto per l'assorbimento e che sfugge all'analisi ordinaria degli ossidi usuali NO - N_2O_3 - N_2O .

Concentrazione dell'acido diluito. -- Il problema della concentrazione dell'acido nitrico diluito è stato lungamente studiato, e dei numerosi brevetti sono stati presi su questo argomento.

Nell'impianto di Legnano l'acido delle torri di assorbimento al 30 % viene concentrato con processo brevettato facendolo passare attraverso una stretta ed alta colonna di materiale resistente all'acido, riscaldata esternamente coi gas caldi. All'interno della colonna si fa passare una corrente di aria calda a 200-300 gradi. Si tratta di un processo della massima semplicità e che ha dato i migliori risultati. Si arriva ad ottenere dell'acido fino al 60 %.

Per la ulteriore concentrazione bisogna ricorrere a sostanze disidratanti come acido solforico, ecc.

L'assorbimento con acido solforico concentrato avviene molto facilmente. Si forma però dell'acido nitrico e dell'acido nitrosil-solforico. Disgraziatamente però non si è in grado di trasformare facilmente l'acido nitrosil-solforico in acido nitrico, e questo processo di assorbimento non si può impiegare che là dove si può adoperare direttamente l'acido nitrosil-solforico.

Si è proposto di assorbire i gas nitrosi mediante assorbimento con sostanze che per successivo riscaldamento restituiscono i gas in forma concentrata. Questo metodo non è nuovo, nè offre tecnicamente dei reali vantaggi.

Ultimamente si è proposto di raffreddare a bassa temperatura l'aria e di separarne gli ossidi di azoto in forma liquida e solida. Il calcolo mostra che bisognerebbe raffreddare volumi enormi di aria a temperature inferiori ai 100 gradi e quindi la complicazione degli

apparecchi e il lavoro di compressione da farsi sono tali da escludere la possibilità pratica di tale lavorazione.

È certo però che nel campo dell'assorbimento si faranno in avvenire dei notevoli perfezionamenti.

Interessante è un processo brevettato da Schlössing col quale egli assorbe completamente a caldo a 250-300 C° l'ossido di azoto mediante calce spenta pressata in piccoli pezzi. Si forma prima del nitrito di calce, il quale per la successiva azione dell'aria e dei gas nitrosi si trasforma in nitrato di calce, e si ottiene quindi nitrato di calce in forma solida.

La Badische assorbe i gas con soluzioni di latte di calce, ed opera in modo da ricavare o del nitrato di calce puro, che contiene il 18 % di azoto, e che si potrebbe adoperare tale quale come concime, oppure nitrato di calce in soluzione che viene poi concentrato col calore dei gas dei forni.

Nella letteratura si trova anche l'affermazione che per miscela di vapore ai gas nitrosi si può di molto facilitare la condensazione ad acido nitrico e si potrebbe produrre dell'acido relativamente concentrato.

Nella realtà questo non avviene.

Una diretta trasformazione dei gas nitrosi in acido nitrico, senza una nuova formazione di ossido di azoto, che è la causa del lento andare dell'assorbimento, si può fare mediante l'ozono. Con ozono si può produrre direttamente l'anidride nitrica N_2O_5 . La produzione economica dell'ozono potrebbe facilitare di molto l'assorbimento dei gas nitrosi.

L'acido nitrico prodotto viene o venduto come acido o trasformato in nitrato. Per fare questo a Notodden si fa reagire l'acido nitrico diluito su carbonato di calce. Le soluzioni diluite di carbonato vengono evaporate nel vuoto mediante il vapore prodotto con i gas caldi che escono dai forni. Non si ha bisogno di carbone. Le soluzioni di nitrato sufficientemente evaporate col raffreddamento si rapprendono in una massa cristallina di nitrato che viene rotto in pezzi e messo in barili.

Gli impianti Norvegesi che funzionano col brevetto Birkeland producono nitrato. Gli impianti invece di Innsbruck in Tirolo, La Roche de Rame in Francia e di Legnano, che lavorano tutti col processo della Salpetersaure producono solamente dell'acido nitrico.

Nell'impianto norvegese solo il 75 % dell'ossido di azoto è assorbito come acido nitrico, che poi viene trasformato con calce in nitrato, ed il 25 % si fa assorbire con latte di calce e calce solida.

Attualmente in Norvegia l'assorbimento è fatto completamente con latte di calce secondo il sistema della Badische.

Negli impianti che adoperano il sistema della Salpetersaure a Innsbruck a La Roche de Rame, a Legnano, l'assorbimento è fatto con acqua o con acido diluito, il quale poi viene concentrato mediante il calore dei gas caldi. A Innsbruck ed a La Roche de Rame l'ultima parte dell'assorbimento, circa il 25 % del gas, viene assorbito con soluzioni di carbonato di soda e si forma una miscela di nitrato e nitrito di soda dalla quale poi si ricava del nitrato di soda puro.

Nell'impianto di Legnano invece, mediante un processo studiato dalle officine, si fa l'assorbimento completo e si produce solamente ed esclusivamente dell'acido nitrico.

Le Officine Elettrochimiche Dott. Rossi sono quindi le prime al mondo che hanno risolto il difficile problema dell'assorbimento completo con produzione esclusiva di acido nitrico. A Legnano si fabbrica anche dell'acido chimicamente puro.

Io ho cercato di riassumere a grandi linee lo stato attuale del problema della fissazione industriale dell'azoto atmosferico e in particolare ho tentato di riassumere i lavori sulla ossidazione dell'azoto.

Ma l'argomento ha avuto in questi ultimi anni un tale sviluppo che io ho dovuto tacere molti dettagli utili ed interessanti. Io spero di essere riuscito a mettere in rilievo l'importanza mondiale del problema dell'azoto, importanza che tradotta in cifre si riassume in 500.000.000 di lire che l'Europa paga ogni anno alla America del Sud per procurarsi il nitrato necessario alla agricoltura.

L'importanza della nuova industria della ossidazione elettrica dell'azoto è enorme; essa è destinata — secondo me — a modificare completamente non solo l'industria degli ingrassi azotati, ma anche molti rami dell'industria chimica. Già fin d'ora possiamo vedere l'importanza straordinaria degli ossidi d'azoto sintetici e dell'acido nitrico sintetico nell'industria dei superfosfati, che saranno fabbricati nell'avvenire prossimo coll'acido nitrico direttamente invece che coll'acido solforico come si fa oggi; nel processo Solvay permettendo di chiudere il ciclo Solvay nell'industria della soda all'ammoniaca, trasformando il cloruro di calce in nitrato di calce e acido cloridrico; nella fabbricazione dell'acido cloridrico che

sarà fabbricato a partire dal cloruro di soda e dall'acido nitrico. Altre profonde applicazioni si possono prevedere nell'industria degli esplosivi dove il perossido di azoto sintetico dovrà servire per la preparazione di nuovi e formidabili esplosivi.

Tutto questo significa che il campo di attività riservato alla nuova industria dell'ossido d'azoto sintetico è illimitato, e sotto questo aspetto non ha confronti con nessuna altra nel campo della chimica applicata. Ma lo sviluppo di questa industria porterà alla messa in valore di forze elettriche colossali. Per la preparazione dell'attuale consumo italiano di nitrato occorrono impianti per 120 mila cavalli di forze e quando la concimazione azotata sarà divenuta completa occorreranno per lo meno 700000 cavalli e questo solo per l'Italia.

Si è molto parlato, in questi ultimi anni, dell'importanza delle forze idrauliche della Norvegia per lo sviluppo dell'industria dell'acido nitrico.

Oltre a queste forze saranno anche utilizzate le cascate delle Alpi che possono dare energia elettrica a buon mercato. Ma le forze idrauliche che sembrano più adatte per la loro utilizzazione a questo scopo e che permetteranno di eseguire impianti colossali, sono quelle dei grandi fiumi africani che sboccano nell'Atlantico mediante rapide che hanno in generale una differenza di livello di qualche centinaio di metri.

Non è quindi esagerazione il dire che l'industria dell'azoto sarà uno degli avvenimenti industriali ed economici più considerabili del XX secolo.

Questa industria richiede l'energia elettrica a basso prezzo è vero, e questo può sembrare a prima vista un'ostacolo al suo sviluppo. Ma ciò non è perchè nessun'altra industria può consumare tanta energia elettrica senza bisogno di esigenze speciali o particolari.

La fabbricazione dell'acido nitrico e dei nitrati non ha bisogno di materia prima. le bastano dell'aria, dell'acqua e dell'energia elettrica che in fondo è dell'acqua che cade dall'alto e può essere installata ai piedi delle cascate direttamente vicino alle centrali produttive senza bisogno di costosi trasporti di energia.

Dell'energia solare che fa evaporare l'acqua dai mari e la fa salire nelle alte regioni dell'atmosfera dalle quali ricade in forma di pioggia sulla terra per ritornare di nuovo nel mare noi oggi adoperiamo una ben piccola parte.

La ragione è che fino ad oggi non esisteva un'industria della

quale condizione unica di esistenza indispensabile fossero enormi quantitativi di energia a basso prezzo. Per tutte le altre industrie sono condizioni indispensabili di vita, il luogo dove avviene la produzione, la materia prima, il carbone, che per qualche centinaia di anni conserverà ancora nelle industrie il suo posto preminente.

Ma è evidente che la civiltà moderna non deve appoggiarsi sopra una sola sorgente di energia: il carbon fossile.

Esso non rappresenta che una infinitesima parte dell'energia solare che la terra ha ricevuto nelle passate epoche geologiche e che queste hanno accumulato e conservato alla nostra.

L'industria ha già incominciato, grazie alla elettrotecnica a valersi con la utilizzazione delle forze idrauliche, anche dell'energia solare attuale, ma in piccola scala e l'energia solare va per il resto quasi completamente dispersa meno quel poco che viene adoperato dalle piante. Il problema dell'impiego dell'energia raggiante del sole si impone e si imporrà anche maggiormente in avvenire perchè l'agricoltura avrà sempre un valore economico di primo ordine.

La sintesi elettrica dell'acido nitrico e dei nitrati per l'agricoltura si presenta come un ciclo perfetto sotto questo punto. Il calore del sole fa evaporare l'acqua dalla terra. Dall'acqua che cade e che ritorna sulla terra noi ricaviamo l'energia elettrica che ci permette di combinare l'ossigeno coll'azoto dell'aria e farne degli ossidi di azoto che coll'acqua danno l'acido nitrico e i nitrati. L'azoto e l'ossigeno dei nitrati dopo mille trasformazioni ritornano di nuovo nell'atmosfera in un ciclo perenne e perfetto.

E se è lecito immaginare dei problemi un po' trascendentali il fatto compiuto della sintesi dell'acido nitrico da materiali della natura ci può fare sperare che il compito della industria del nostro secolo sarà quello di spingere ancora più oltre l'utilizzazione dell'energia solare e trovare una reazione fotochimica che mediante un catalizzatore e l'energia solare trasformi gli ultimi prodotti della combustione e i rifiuti che le fabbriche mandano nell'aria, l'anidride carbonica ed il vapore d'acqua in metano ed ossigeno, che bruciando ridarebbero naturalmente in forma di calore tutta l'energia conquistata al sole.

Quando un tale sogno fosse realizzato le industrie sarebbero ricondotte ad un ciclo perfetto, a macchine che produrrebbero lavoro con forza della luce del giorno, che non costa nulla e non paga assa. Intanto che attendiamo che il sogno si realizzi la nuova industria dell'acido nitrico domanda a Voi elettrotecnici grandi forze idroelettriche ed a basso prezzo in quantitativi come nessuna altra

industria può richiedere, con il vantaggio, su tutte le altre industrie, di avere innanzi a sè un consumo quasi illimitato e continuamente crescente.

Ho sentito dire che l'enorme bisogno di energia elettrica viene a costituire in fondo uno svantaggio. Io non arrivo a capire la cosa. Quello che costituisce il vantaggio in ogni industria è la differenza fra il prezzo di costo ed il prezzo di vendita.

La grande materia prima dell'industria dell'acido nitrico è la energia elettrica, il costo della quale fra qualche decina di anni tenderà, se non rimarrà stabile, a diminuire, ma non aumentare, come avverrà invece per il costo della mano d'opera e del carbone, indispensabili a tutte le altre industrie. E mentre oggi le altre industrie tendono a consumare il carbone del quale già si profetizza fra pochi secoli l'esaurimento e quindi a diminuire l'energia della terra, l'industria dell'acido nitrico, coi suoi bisogni di energia, tende invece a aumentare l'energia della terra colla creazione di grandi impianti elettrici che creano ricchezza nazionale e valorizzano forze finora perdute, o crea della vera ricchezza sia direttamente, producendo dall'aria un prodotto di grande valore, sia indirettamente aumentando la naturale produzione di ricchezza dell'agricoltura, aumentandone di molto il reddito.

E scientificamente si può fin d'ora prevedere la soluzione del problema dell'alimentazione a buon mercato perchè il nitrato sintetico a buon mercato farà salire a quantitativi colossali la produzione agraria e ne provocherà un'enorme ribasso nel prezzo.

La produzione elettrica dell'acido nitrico apre dei nuovi campi all'elettrotecnica. Io ve ne ho abbozzate le linee generali.

Ora siamo in principio, ma ad un grande principio, e quando in avvenire si scriverà la storia delle prime età del carbone bianco bisognerà cominciare con un'inno alla industria sintetica dell'acido nitrico dall'azoto atmosferico.

N. 5.

ESTRATTO DEL VERBALE DEL CONSIGLIO GENERALE

*tenutosi in Roma**nel giorno 18 febbraio 1912 alle ore 14 nei locali della Sezione di Roma dell'A. E. I.***Ordine del giorno :**

- 1.º Comunicazioni della Presidenza e relative deliberazioni ;
- 2.º Proposta di stampa in varie lingue della memoria di Antonio Pacinotti
« *Descrizione di una macchinetta elettromagnetica* » ;
- 3.º Iniziativa dell'A. E. I. a proposito degli studi governativi per modificare la tassazione dell'energia elettrica ;
- 4.º Spese per la sistemazione della Biblioteca Centrale.

Il Consiglio Generale si è riunito sotto la Presidenza del Presidente Generale dell'Associazione *Prof. Ferdinando Lori* a Roma il giorno 18 febbraio per discutere alcune questioni d'ordine amministrativo e le iniziative prese e da prendersi a proposito degli studi governativi per modificare la tassazione dell'energia elettrica.

Sono presenti i signori: *Ing. G. Semenza*, Vice-Presidente; *Prof. Carlo Parvopassu*, Segretario Generale; *Ing. A. Bianchi*, Vice-Segretario Generale; *Ing. A. Barbagelata*, Cassiere; ed i seguenti rappresentanti delle Sezioni:

Prof. M. Ascoli; *Ing. Mario Bonghi* con delega dell'*Ing. G. Buttafarri*; *Ing. C. A. Curti* con deleghe del Vice-Presidente *Prof. L. Lombardi* e del *Prof. G. Vallauri*; *Ing. U. Del Buono* con delega dell'*Ing. P. Milani*; *Ing. F. Fenzi*; *Ing. I. Granafei*; *Prof. G. Grassi* con deleghe del *Prof. L. Ferraris* e dell'*Ing. E. Guayno*; *Ing. S. Königsheim* con delega dell'*Ing. A. S. Rumi*; *Ing. A. Lodolo*; *Prof. G. Mengarini*; *Prof. F. Piola*.

Avevano scusata l'assenza l'On. Prof. A. Battelli e gli Ingg. Filippo Danioni ed Ernesto Vannotti, che il Presidente Generale rappresentava, e l'Ing. A. Panzarasa.

Il Presidente rivolge un saluto augurale al Consiglio riunito per la prima volta dopo la rinnovazione delle cariche sociali.

Chiede la parola l'Ing. Bonghi il quale a nome dei colleghi esprime i più cordiali e deferenti sensi verso il nuovo Presidente Generale dell'Associazione Prof. Lori e si fa interprete per l'opera tanto attiva ed efficace compiuta dal Prof. Lombardi durante il triennio nel quale fu a capo dell'A. E. I.: propone che la nuova Presidenza comunichi ufficialmente al Prof. Lombardi gli unanimi sentimenti manifestati dai Soci.

Il Presidente ringrazia e si associa alle belle parole colle quali il Consigliere Ing. Bonghi ha saputo rammentare la riconoscenza vivissima di tutta l'Associazione verso il Prof. Lombardi; comunica che ne darà parte al Prof. Lombardi.

Dopo la trattazione di qualche argomento amministrativo, il Presidente informa il Consiglio circa le iniziative prese dall'A. E. I. a proposito degli studi governativi per modificare la tassazione dell'energia elettrica.

Dice come, essendo pervenuta alla Presidenza notizia che l'On. Ministro delle Finanze aveva nominato una Commissione presieduta dall'illustre Senatore Colombo e comprendente, oltrechè alcuni funzionari del Ministero, l'On. Prof. Ancona e gli Ingg. Bonghi e Moleschott, alla quale aveva affidato l'incarico di proporre le modificazioni alla tassazione dell'energia elettrica e del gas, Egli abbia creduto, d'accordo con alcuni colleghi, di indire una riunione di rappresentanti delle varie sezioni dell'A. E. I. allo scopo di formulare al riguardo alcuni voti da presentare a nome dell'Associazione e nell'interesse generale a S. E. il Ministro.

La riunione ebbe luogo il 28 gennaio scorso a Milano presieduta da lui stesso, coll'intervento dei colleghi Ingg. Amati, Presidente della Sezione di Padova, Königsheim per la Sezione di Genova, Mengarini per la Sezione di Roma, Panzarasa per la Sezione di Milano, Parcopassu e Bianchi: la Sezione di Palermo aveva aderito alla riunione. quella di Torino accusò più tardi di non aver ricevuto in tempo utile l'invito.

Alla riunione intervennero pure alcuni rappresentanti dell'A. E. I. E. tra i quali i colleghi Esterle, Bertini, Civita, Conti, Clerici, coi quali si ritenne opportuno scambiare, per la loro speciale competenza, idee e vedute senza entrare menomamente nelle questioni attinenti il puro esercizio industriale.

A conclusione delle accurate discussioni sui vari punti principali dell'importante argomento venne votato dai rappresentanti dell'A. E. I. all'unanimità il seguente

Ordine del giorno

L'Associazione Elettrotecnica Italiana, vista la nomina fatta da S. E. il Ministro delle Finanze di una Commissione incaricata di procedere a studi e proposte di modificazioni della tassa sul consumo del gas luce e dell'energia elettrica a scopo di illuminazione e riscaldamento, ha esaminato i vari sistemi di tassazione, specialmente sotto il punto di vista dello sviluppo delle applicazioni elettrotecniche, ed è pervenuta alle conclusioni seguenti:

1.° Esiste una sperequazione fra le aliquote della tassa sul gas e sulla energia elettrica, sperequazione che deve essere emendata.

2.° L'attuale tassazione dell'energia elettrica proibisce lo sviluppo delle applicazioni di essa al riscaldamento.

3.° Il riscaldamento elettrico può svilupparsi soltanto alla condizione che l'energia per riscaldamento importi mitissima spesa e che gli utenti possano gradatamente e direttamente inserire gli apparecchi di riscaldamento sul circuito che già possiedono.

4.° La tassa deve essere limitata all'energia impiegata direttamente per l'illuminazione.

5.° Come conseguenza di queste premesse, appare evidente che fra i sistemi di tassazione finora considerati è da preferire quello tedesco, secondo il quale la tassa viene applicata solamente ad ogni apparecchio produttore di luce, sistema che si presta anche a facilitare la perequazione delle tasse sui vari sistemi di illuminazione.

★★

In via subordinata, l'Associazione Elettrotecnica Italiana ha poi esaminato anche i sistemi che permettono di avvicinarsi al conseguimento dei fini suesposti, e ciò pel caso in cui lo Stato non creda di cambiare radicalmente il sistema attuale, e come conseguenza di questo esame raccomanderebbe:

1.° Che sia abolita qualunque tassa sull'energia utilizzata dagli utenti con apparecchi inseriti in circuiti che non contengano apparecchi di illuminazione.

2.° Che l'energia elettrica per l'illuminazione o per illuminazione e riscaldamento su di un medesimo circuito sia tassata in misura proporzionale all'energia stessa e non mai superiore a centesimi uno per chilowattora, integrando questa tassa mediante una tassa speciale sulle lampadine e sulle altre sorgenti di luce secondo il sistema tedesco.

★★

Qualora non venissero accolte le precedenti proposte nella revisione della legge attuale, l'Associazione Elettrotecnica Italiana chiede al Governo:

1.° La perequazione dell'aliquota della tassa.

2.° L'abolizione della tassa sul riscaldamento elettrico per qualsiasi uso.

3.° La tassazione dei « forfait » in base ad una tassa per kilowatt impegnato e non per candela, estendendo a tutti i Comuni il limite massimo fissato ora per i Comuni di popolazione inferiore a diecimila abitanti.

★★

L'ordine del giorno venne presentato alla Commissione Ministeriale in Roma il 1° febbraio scorso dal Presidente dell'A. E. I. e dai colleghi Bertini, Civita e Mengarini i quali trovarono accoglienza estremamente deferente come rappresentanti dell'Associazione ed ebbero assicurazione che sarà tenuto il massimo conto dei voti espressi nell'Ordine del Giorno.

Il Presidente chiede al Consiglio che esprima il suo avviso sull'operato di cui è venuto a cognizione e discuta sull'eventuale ulteriore azione da spiegare.

Il Consiglio plaude all'iniziativa della Presidenza e ne approva le conclusioni: stabilisce poi che l'Associazione Elettrotecnica, profittando della circostanza che la Commissione Ministeriale ha prorogato alla fine di marzo le sue riunioni allo scopo di ponderare le questioni allo studio e di avvalorare con statistiche ed altre indagini le basi delle proprie deliberazioni, completi l'opera iniziata affidando a speciali Commissioni, nominate nel suo seno, la compilazione di memoriali da presentarsi entro la prima metà di Marzo alla Commissione Ministeriale ad illustrazione dei vari punti dell'Ordine del Giorno votato a Milano il 28 gennaio.

Su proposta dell'Ing. *Semenza*, accolta all'unanimità, resta stabilito che le Commissioni debbano dare carattere essenzialmente tecnico al proprio lavoro e che di esse non abbia a far parte alcuno dei colleghi che già presentarono gli Ordini del Giorno dell'A. E. I. e dell' A. E. I. E. al Governo.

In seguito alla discussione particolareggiata dei vari paragrafi dell'Ordine del Giorno viene fissata la nomina di due Commissioni, alla prima delle quali sia da affidare l'incarico di presentare entro la prima quindicina di marzo un rapporto intorno all'*attuale stato dell'illuminazione e del riscaldamento elettrici, a gas e ad altri sistemi, specialmente allo scopo di stabilire il consumo specifico rispettivo per l'unità di luce o di calore*, ad illustrazione dei punti 1° e 2° dell'ordine del giorno 28 gennaio, alla seconda l'incarico di presentare nello stesso termine di tempo un rapporto illustrativo degli argomenti cui si riferiscono i punti 3°, 4° e 5° dell'Ordine del giorno 28 gennaio e le subordinate.

La designazione dei membri delle Commissioni è deferita al Presidente, il quale nomina a comporre la prima i Sigg. Proff. *M. Ascoli, G. Grassi e U. Bordini*, a comporre la seconda i Sigg. Ingg. *U. Del Buono, A. Panzarasa e G. Semenza*.

Esaurita con la trattazione di questioni interne la materia posta all'Ordine del giorno, la seduta è tolta alle ore 19.

Il Segretario Generale

CARLO PARVOPASSU.

N. 6.

VERBALI DELLE SEZIONI

SEZIONE DI MILANO

ADUNANZE DEI SOCI

seguite durante l'anno 1911

A) CONFERENZE:

- Febbraio, 3. — CATANI ing. REMO — *Forni Elettrici industriali.*
- Maggio, 8. — PANZARASA ing. ALESSANDRO — *I nuovi orizzonti dovuti ai serbatoi, specialmente montani, nel problema della maggiore e più economica utilizzazione delle nostre acque per distribuzione elettrica di energia ed irrigazione.*
- » 12. — GANASSINI ing. GAETANO — *Sullo studio delle condizioni idrografiche, topografiche e costruttive per la creazione dei serbatoi nelle valli montane.*
- » 26. — REBORA ing. GINO — 1.° *La temperatura delle macchine elettriche rilevata col termometro a mercurio.*
2.° *Misura della perdita di carico nelle condotte forzate.*
- Luglio, 5. — CIVALLERI ing. G. F. — *La trazione elettrica a corrente continua ad alta tensione nei suoi riguardi tecnici ed economici.*
- Novembre, 13. — BARDELLI ing. ARTURO — *La telefonia automatica.*
- » 17. — ROSSI Dott. CARLO — *La produzione elettrica dell'acido nitrico dagli elementi dell'aria atmosferica.*
- Dicembre, 22. — GRONDA ing. ATTILIO — *Gli interruttori automatici in un servizio di distribuzione di energia.*
- » 22. — BARBAGELATA ing. ANGELO e GUASTALLA ing. GUIDO. — *Sulla misura del fattore di potenza nei circuiti trifasi.*

B) VISITE A STABILIMENTI, CENTRALI, ecc.

- Giugno, 2. — Visita Centrale Piazzale Trento (Municipio Milano).
 » 9. — Visita Centrale di Porta Volta (Società Edison).
 » 16. — Visita Stazione Convertitrice, Via Gadio (idem).
 » 23. — Visita Stazione Convertitrice di S. Radegonda (S. Ed.).
 » 30. — Visita Stazione Ricevitrice di via Farini (Soc. Edison).
 Luglio, 7. — Visita Stazione Ricevitrice di Porta Vigentina (Società Edison).
 » 14. — Visita Stazione Ricevitrice di Sesto S. Giovanni (Società Adamello).
 Novembre, 24. — Visita Stabil. Elettrochimico Dr. Rossi - Legnano.

C) GITE SOCIALI.

- Dicembre, 10. — Gita sociale agli impianti di trazione elettrica trifase dei Giovi.

★★

ASSEMBLEA GENERALE DEL 22 MARZO 1912, ore 21.

Ordine del giorno

- 1.° - Comunicazioni della Presidenza.
- 2.° - Discussione ed approvazione dei Bilanci.
- 3.° - Nomina delle cariche sociali.

NOMINE TRIENNALI :

- a) del *Vice Presidente* della Sezione in sostituzione dell'uscente di carica per anzianità e *non rieleggibile* alla stessa carica, signor *Ing. Giuseppe Gadda*,
- b) del *Cassiere* della Sezione in sostituzione dell'uscente di carica per anzianità e *rieleggibile* alla stessa carica, signor *Ing. Angelo Bianchi*.

NOMINE ANNUALI :

- c) di *due Consiglieri* della Sezione in sostituzione degli uscenti per anzianità e *non rieleggibili* alla stessa carica, signori *Ing. Carlo Clerici* e *Ing. Carlo Coltri*,
- d) di *tre Revisori effettivi* di cui *uno di nuova nomina* in sostituzione dell'*Ing. Giampiero Clerici*, eletto Consigliere, e due in sostituzione degli uscenti per anzianità e *rieleggibili* alla stessa carica, signori *Ing. Francesco Ernesto Carcano* e *Ing. Arnaldo Luraschi*.

e) di *due revisori supplenti* in sostituzione degli uscenti e *rieleggibili* alla stessa carica, signori *Ing. Piero Ferrerio e Ing. Mario Piva.*

4.º Comunicazione del Socio Ing. GINO LADO: « *I motori monofasi per trazione, e l'applicazione del motore a repulsione alle tramvie urbane di Parma.* »

Presiede l'ing. A. Panzarasa, Presidente.

Ing. Panzarasa. Manda un saluto alla memoria del socio ing. M. T. Gentile, mancato in giovane età, dopo brevi giorni di malattia e domanda all'Assemblea di consentirgli di mandare in nome di essa una parola di cordoglio alla Madre — donna di alti sensi — Anna Vertua Gentile.

L'assemblea approva.

Studi governativi per la modificazione della tassa sull'energia elettrica per illuminazione e riscaldamento.

Ing. Panzarasa. Informa su quanto fu fatto dalla Sezione in accordo colla Associazione Esercenti Imprese Elettriche e quindi dalla Sede Centrale in vista della nomina per parte del Ministero di una Commissione per modificare la tassa suddetta.

Esposizione apparecchi elettrici. — Gli sforzi degli elettrotecnici nell'occasione di questa agitazione per la tassa sull'energia elettrica sono fra l'altro vivamente rivolti all'abolizione della tassa nei riguardi al riscaldamento che invece libero da tale onere o colpito al più in modo lievissimo dovrebbe prendere un notevole sviluppo.

Egli nutre gran fiducia nell'avvenire delle applicazioni elettriche casalinghe - da tempo esse vanno estendendosi all'estero dove contemporaneamente vanno introducendosi innovazioni importanti nella tarifficazione allo scopo appunto di favorire un rapido incremento nel consumo di energia pel riscaldamento, cucina, ecc.

E massimamente da noi ed in questo momento in cui si fa sentire una stasi nella domanda di energia elettrica, e una plethora di energia di sponibile, — tali applicazioni dovrebbero essere facilitate in ogni modo. Egli ha quindi pensato di indire una *Esposizione di Apparecchi per riscaldamento e cucina* — per il prossimo inverno — e propose al Consiglio lo stanziamento di L. 1000 in bilancio, stanziamento da esso approvato, e che non dubita verrà pure approvato dall'Assemblea di stassera.

Nè mancheranno il concorso delle Ditte fornitrici di energia, quello delle Case costruttrici di apparecchi ed altre risorse. Contemporaneamente si terrebbero conferenze sulle applicazioni stesse - sulle svariate tarifficazioni moderne dell'energia relativa, ecc.

Si spera che per allora il Governo avrà tolta la tassa sul riscaldamento — in caso contrario questo movimento sarà di incitazione al Governo per farlo.

Nulla è ancora stabilito sulle località, modalità, ecc. — E' quindi

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA

Rendiconto dell'anno sociale 1911.

ENTRATA				Preventivo 1911	
Contributi: N. 210 Soci individ. resid. a L. 30 L.			6300	—	
» 108 » » non res. » 20 »			2160	—	
» 100 » » res. e non » 15 »			1500	—	
» 61 » collettivi . . . » 40 »			2440	—	
N. 479 Soci paganti 1911					
Contributo arretrato di un socio reinscrittosi »			20	—	
Interessi capitale al 31 dicembre 1911. »					
				12420	—
				379	59
					12355
				12799	59
					12655
TOTALE L.					
USCITA					
Contributo alla Sede Centrale per:					
N. 418 Soci individuali a L. 10 . L.			4180	—	
» 61 » collettivi » » 20 . »			1220	—	
N. 479 Soci paganti 1911					
» 6 » morosi pel 1911 (vers. 1/2 quota) »			30	—	
Affitto, illuminazione, riscaldamento, servizi . . . »			2000	—	
Biblioteca, periodici, libri, rilegature »			840	20	
Onorari: a) Contabile »	600	—			
b) Gratificazioni e mance »	250	—			
c) Riscossione contributi »	195	10	1045	10	
Stampati »			406	—	
Cancelleria, posta e piccole spese:					
a) Cancelleria »	157	65			
b) Posta e piccole spese »	475	25	632	90	
Mobili »			40	—	
Conferenze, varie:					
a) Spese conferenze, commissioni, visite impianti »	506	09			
b) Contributo Congresso I. A. E. Torino »	600	—			
e) Varie »	92	51	1198	60	
Accantonamenti pel 1912:					
a) per mobili »	500	—			
b) per esposizione apparecchi riscaldamento e cucina »	700	—	1200	—	
Avanzo Esercizio 1911 »			6	79	
				7369	59
					12655
TOTALE L.					

Stato patrimoniale

ATTIVO — Biblioteca (prezzo al costo) oltre ai libri ricevuti in dono:					
	Valore al 31 dicembre 1910 L.	7470	21		
	Acquisti del 1911. »	840	20	8310	41
Mobili:	Valore al 31 dicembre 1910 . . . »			600	—
Contanti:	Cassa »	186	90	8910	41
	Libretto Banca Popolare »	804	85		
	Libretto Banca Commerciale 4 % . . . »	8122	10		
		9113	94		
Anticipo	per abbonamenti Periodici 1912 . . »	592	76	9706	69
				18617	10

I Revisori:

Ing. Francesco Carcano — Ing. Piero Ferrerio — Ing. Arnaldo Luraschi.

ITALIANA — SEZIONE DI MILANO

Conto Preventivo dell'anno sociale 1912.

ENTRATA			
Contributi: N. 223 Soci individ. resid. a L. 30 L.		6690	—
» 112 » » non resid. » 20 »		2240	—
» 100 » » 1° 3mo d'insc. » 15 »		1500	—
» 60 » collettivi . . . » 40 »		2400	—
N. 495			12830
Interessi capitale al 31 dicembre 1912. . .			400
Entrata straordinaria, accantonamenti 1911 per:			
a) Mobili »	500	—	
b) Esposizione apparecchi riscaldamento, cucina »	700	—	1200
TOTALE L.			14430
USCITA			
Contributo alla Sede Sociale per:			
N. 435 Soci individuali a L. 10 . L.		4350	—
» 60 » collettivi » » 20 . »		1200	—
N. 495			5550
Affitto e servizi »		2100	—
Biblioteca: periodici e libri »		1200	—
Onorari: a) Contabile »	600	—	
b) Gratificazioni e mancie . . . »	300	—	
c) Riscossione contributi »	200	—	1100
Stampati »		500	—
Cancelleria, posta e piccole spese:			
a) Cancelleria »	200	—	
b) Posta e piccole spese »	500	—	700
Mobili »		500	—
Conferenze e varie:			
a) Conferenze, commissioni, visite a impianti »	1000	—	
b) Medaglia Concorso della Società Agraria di Lombardia per applicazioni elettriche all'agricoltura	150	—	
c) Esposizione apparecchi riscaldamento, cucina »	1000	—	
d) Imprevisti e pareggio »	630	—	2780
TOTALE L.			8880
			14430

al 31 Dicembre 1911.

PASSIVO — a) Conti a pagare L.				194	42		
b) Accantonamenti pel 1912 »				1200	—	1394	42
Patrimonio al 31 dicembre 1911:							
Biblioteca, mobili »				8910	41		
Valori »				8312	27		
CONTRIBUTI						17222	68
pel Congresso Internazionale Applicazioni Elettriche di Torino del 1911:							
della Sezione L.				600	—		
dei Soci collettivi »				14.125	—		
Totale L.				14,725	—		
						18617	10
Il Segretario:				Il Presidente:			
Ing. Gino Campos.				Ing. ALESSANDRO PANZARASA.			
				Il Cassiere:			
				Ing. Angelo Bianchi.			

sulla sola idea di massima, e sullo stanziamento di L. 1000, quale contributo della Sezione di Milano, che chiede l'avviso dell'Assemblea.

Avuto questo, egli costituirà una Commissione per l'attuazione dell'idea nella forma che risulterà più conveniente.

L'Assemblea approva all'unanimità.

Visite ad impianti.

Propone alcune visite quali di un giorno, quali di due o tre giorni, su di esse si rimane d'accordo.

Bilanci.

Il bilancio Consuntivo 1911 viene approvato.

In merito al Preventivo 1912 l'ing. Panzarasa rileva lo stanziamento di L. 1000 per spese conferenze, commissioni, visite ad impianti - di Lire 1000 per l'Esposizione degli Apparecchi per riscaldamento, e di L. 150 per una medaglia per un concorso per Applicazioni elettriche all'Agricoltura della Società Agraria di Lombardia.

Il Preventivo 1912 è approvato.

Nomine alle cariche sociali.

La votazione dà il seguente risultato:

Vice Presidente: Merizzi ing. Giacomo.

Cassiere: Bianchi ing. Angelo.

Consiglieri della Sezione:

Belluzzo ing. Prof. Giuseppe.

Carcano ing. Francesco Ernesto

Revisori effettivi:

Ferrerio ing. Piero.

Luraschi ing. Arnaldo.

Piva ing. Mario.

Revisori supplenti:

Bozzolo ing. Giambattista.

Quadrio ing. Prof. Antonio.

Comunicazione dell'Ing. Lado. — L'ing. Lado svolge la sua comunicazione — l'oratore è vivamente applaudito — Segue la discussione riportata negli Atti in calce al testo della Comunicazione.

ADUNANZE DEL 9 - 11 - 12 APRILE 1912, ORE 21.

Ordine del giorno:

Ciclo conferenze Prof. ANTONIO GARBASSO sulle:

“ Teorie Moderne dell' Elettività „

- I. — 9 Aprile — *Le sorgenti dell'elettricità.*
- II. — 11 Aprile — *L'elettrone negativo.*
- III. — 12 Aprile — *La teoria elettrica della materia.*

ADUNANZA DEL 9 APRILE.

Il Presidente Ing. A. Panzarasa commemora brevemente ANTONIO PACINOTTI, e presenta quindi il Prof. Garbasso, colle seguenti parole:

« Pochi giorni dopo l'ultima Assemblea della nostra Sezione una grave sventura ha colpito la Associazione Elettrotecnica Italiana, la Nazione, il mondo intellettuale intiero. Il 25 marzo si spegneva nella sua città natale — a Pisa — ANTONIO PACINOTTI, ancora sulla breccia della scuola, e che noi pochi mesi avanti — nel settembre a Torino in unione ai delegati elettricisti stranieri avevamo calorosamente festeggiato allorchando gli offrimmo una pergamena pel cinquantesimo anniversario della sua grande scoperta.

« La nostra Associazione, della quale egli era Presidente Onorario, fu rappresentata ai funerali dal Presidente Generale Prof. Ferdinando Lori, che vi portò una corona di fiori, e pronunciò sentitissime parole che saranno pubblicate nei nostri Atti, e senza dubbio terremo di Lui ed in Roma una solenne commemorazione.

Ma permettetemi che prima di riprendere il nostro lavoro, io segua l'impulso dell'animo mio, esprimendo una parola di profondo cordoglio per la sua dipartita e di immensa ammirazione per lo scienziato, per l'uomo, pel patriota.

« Ricordate la infinita modestia colla quale egli accolse a Torino l'applauso di tutto il mondo per la scoperta sua, dicendola opera del tempo in cui visse, e le parole colle quali terminò il suo discorso:

« *Sento proprio di dover domandar venia all'umanità per aver fatto tanto poco* » ?

« No, l'opera di Pacinotti non fu da poco, poichè essa ebbe la completezza delle grandi invenzioni per essere stata scientificamente pensata e prodotta, e per aver aperti infiniti nuovi orizzonti.

« Egli non solo scoprì la dinamo per generare corrente elettrica, ma dimostrò che la macchina sua poteva funzionare quale motore, enunciandone il principio della reversibilità in termini scientificamente rigo-

rosi: in una parola, inventò le macchine, ed espresse il principio su cui si fondano gli impianti elettrici di distribuzione d'energia.

« All'attività scientifica, Pacinotti unì un amore infinito alla scuola, ed un attaccamento profondo alla famiglia ed alla Patria per la quale accorse sui campi di battaglia. Ogni atto della sua vita fu accompagnato da una modestia senza limiti, e da nobile disinteressamento da lucro qualsiasi.

È per questo che, egregi colleghi, mi sono permesso di far omaggio alla nostra Sezione della sua simpatica effigie, perchè Egli e Galileo Ferraris abbiano ad essere i nostri numi tutelari.

« Entrambi abbiamo avuto la fortuna di conoscere e di amare, entrambi presentano le caratteristiche speciali agli scienziati di nostra stirpe.

« A tali uomini l'Italia, conscia della considerazione che un popolo risente dall'essere all'avanguardia nelle scoperte e nell'alta coltura, non solo, ma per i benefici stessi che alle sue industrie derivano dalle immediate applicazioni delle scoperte scientifiche, l'Italia dovrebbe creare condizioni particolari mettendo a loro disposizione ricchi mezzi di ricerche, formando loro una posizione economica adeguata, sollevandoli in gran parte dall'impegno di numerose lezioni, e forse anche lasciando ad essi la sola cura di ideare, di sperimentare, e di formare nei laboratori altri illustri seguaci.

« Che la nostra Sezione, la più numerosa, e quella che vive nel maggior centro industriale d'Italia attribuisca grande importanza alle nozioni scientifiche, ed ai suoi illustri cultori, è dimostrato dai numerosi assentimenti di soci che ebbi dopo la notizia di queste conferenze.

« Ciò forma per me e pel Consiglio motivo di vivo compiacimento, nel medesimo tempo che costituisce un incitamento a continuare nel programma propostoci, di far trattare cioè in una o più conferenze argomenti di indole scientifica o tecnica per i quali minore è l'agio di noi ingegneri di tenerci al corrente; ciò senza detrimento si intende delle varie comunicazioni dei singoli soci.

« Fra questi argomenti uno dei più attraenti ci parve quello delle « *Teorie dell'Elettricità* », teorie che in questi ultimi anni subirono radicali cambiamenti per opera specialmente del grande fisico inglese J. Thomson.

« Fra noi uno dei più illustri cultori di queste teorie è il *Prof. Antonio Garbasso*, professore di fisica all'Università di Genova, e socio della nostra Associazione.

« Egli, oltre che profonda cultura, possiede una esposizione precisa, chiara, persuasiva, e voi ricordate certamente le mirabili conferenze tenute in questa stessa aula nella prima Riunione dell'A. E. I., nell'ottobre del 1897, allorquando illustrò i fenomeni di induzione nei circuiti percorsi da corrente alternata.

« A lui, mentre porgo a nome di tutti i più caldi ringraziamenti per aver voluto cortesemente accettare un compito così alto e laborioso, dò la parola perchè ci illumini nel meccanismo profondo dell'elettricità, non solo per fornirci un godimento intellettuale scientifico, ma per avere da lui

una guida sicura nella interpretazione di molti fenomeni ancora oscuri, che avvengono negli impianti elettrici moderni specie in quelli ad altissima tensione.

Debbo da ultimo sentitamente ringraziare l'Istituzione Carlo Erba ed i Professori Arnò, e Gabba, del Politecnico di Milano, che coll'avere messo gentilmente a nostra disposizione molti degli apparecchi che serviranno per le esperienze, facilitarono assai l'opera del Consiglio. »

★★

Quindi il Prof. Garbasso dice la sua

I. Conferenza sulle *Sorgenti dell'Elettricità* corredandola con eleganti esperienze e svolgendo i seguenti concetti:

La fisica classica conosceva un solo modo per produrre l'elettricità; lo strofinio. Volta ha aggiunto al primitivo il metodo della pila e Faraday quello delle correnti indotte.

In questi ultimi anni si sono trovate moltissime sorgenti nuove di elettricità. Si può dire in generale che i corpi caldi, i corpi luminosi, i sistemi che sono sede di fenomeni chimici contengono delle particelle elettrizzate.

Ma uno sciame di particelle elettrizzate ha tutte le proprietà di un conduttore, e si intravede dunque la possibilità di spiegare la conduzione supponendo che nei metalli esistano appunto delle cariche libere e mobili. Che le cose stiano realmente così fu provato dal Prof. Garbasso con opportune ed eleganti disposizioni sperimentali.

★★

ADUNANZA DELL' 11 APRILE:

II. Conferenza sull'« *Elettrone negativo* ».

La tesi svolta con esperimenti dall'oratore è la seguente:

L'analogia di comportamento fra i sistemi di particelle elettrizzate e i conduttori ordinari (i metalli) porta a supporre che il meccanismo del fenomeno sia nei due casi il medesimo.

Realmente, facendo agire sopra un metallo un raggio di luce ultravioletta, si viene ad estrarne delle particelle negative. Dalle esperienze risulta poi che queste particelle (gli elettroni) hanno per tutte le sostanze

la stessa massa e la stessa carica. Rappresentano dunque un elemento costitutivo di tutti i conduttori.

Delle stesse particelle si verifica l'esistenza anche nei metalloidi, almeno allo stato gassoso.

★★

ADUNANZA DEL 12 APRILE.

III. Conferenza: sulla « *Teoria Elettrica della materia* ».

L'oratore conclude il ciclo dimostrando quanto segue:

Gli elettroni negativi, dei quali si è dimostrata l'esistenza nei metalli, si devono immaginare in movimento fra i residui positivi e gli atomi neutri. Basta questa semplice ipotesi perchè si possa immediatamente spiegare la maggior parte dei fenomeni elettrici offerti appunto dai conduttori; l'effetto Volta, per esempio, l'origine delle forze elettromotrici termoelettriche, il fenomeno di Peltier, ecc. — Procedendo innanzi ci si domanda di quale natura siano i legami che intercedono fra l'elettrone e il nucleo positivo, e il fenomeno di Zeeman suggerisce all'uopo un modello semplice. Il fatto sperimentale è del resto interessante sopra tutto perchè dimostra che sono ancora i soliti elettroni che danno origine alla vibrazione luminosa.

Generalizzando il modello si arriva poi a costruire una teoria semplice della valenza e del sistema periodico degli elementi.

★★

I numerosissimi ascoltatori salutarono ogni sera coi più vivi applausi l'illustre conferenziere.

Il Segretario.

G. CAMPOS.

SEZIONE DI NAPOLI

ASSEMBLEA DEL 14 MARZO 1912 — Ore 18.

Ordine del giorno:

- 1.° Relazione del Prof. Saverio Ragno sulla « *Elettrificazione della direttissima Roma-Napoli* ».
- 2.° Ammissione di nuovi soci.
- 3.° Programma dei lavori. — Comunicazioni della Presidenza.

Presiede il Prof. Lombardi.

Sono presenti 16 soci.

Funge da Segretario l'Ing. Vallauri in assenza dell'Ing. Massari ammalato.

Il Presidente, in occasione della prima presidenza di questo triennio, manda un saluto riconoscente ai soci presenti e lontani e si associa a nome di tutti i colleghi al sentimento di esecrazione che in tutti ha destato l'attentato di stamani contro Sua Maestà il Re, solennemente affermando la gioia profonda di tutti gli Italiani per lo scampato pericolo del Sovrano.

L'Assemblea applaude.

Il Segretario legge il verbale della precedente assemblea, che viene approvato.

Il Presidente espone l'opportunità di promuovere un ciclo di conferenze tecniche svolte dai soci più competenti su questioni di interesse particolare, indicando sopra di esse la discussione, e intensificando in ogni modo le manifestazioni della vita della società. Ringrazia il Prof. Ragno di avere accettato di essere il relatore sulla questione della trazione elettrica sulla Roma-Napoli e invita i colleghi a portare nella trattazione di questa e delle future questioni tutto il contributo della loro esperienza.

Il Presidente comunica l'ammissione dei nuovi soci sig. Giunchedi e di Liddo, e la desistenza dalle dimissioni dei sigg. De Nicola e Nascia.

L'Assemblea ne prende atto con compiacimento.

Il socio *Grassi* propone che la comunicazione *Ragno* sia rinviata di 8 giorni nella fiducia di avere un'assemblea più numerosa.

Il Prof. *Ragno* consente di buon grado nella speranza di raccogliere più abbondanti elementi di discussione.

La seduta è tolta alle ore 18.30.

Il Segretario
Massari Ing. Marino.

SEZIONE DI ROMA

RIUNIONE ORDINARIA ANNUALE DELL'8 MARZO 1912

Ordine del giorno:

- 1.^o Comunicazioni della Presidenza;
- 2.^o Ammissione di nuovi soci;
- 3.^o Comunicazione del Prof. O. M. Corbino sulle: « *Proprietà termiche ed elettriche dei filamenti metallici sottili* »;
- 4.^o Discussione del Bilancio consuntivo 1911 e del preventivo 1912;
- 5.^o Elezioni delle cariche sociali.

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA. — Il primo quindicennio della Sezione di Roma (1897-1911).

ANNI	ENTRATE			SPESA								Patrimonio sociale al 31 dicembre			
	Quote sociali	Diverse	Confe- renze pub- bliche	TOTALE	C ntri- buto alla Sede Centrale	Sede della Sezione	Comuni- cazioni ai Soci Ammini- strazione	Studi e Conferenze	Biblioteca	Annua- rio	Molillo		Diverse	TOTALE	Contanti in Cassa
1897	820.—	10.80	—	830.80	400.—	—	119.25	—	—	—	—	—	519.25	311.55	—
1898	950.—	57.88	—	1007.88	500.—	—	141.12 ⁽¹⁾	236.80	—	—	—	—	877.92	441.51	—
1899	1550.—	19.45	—	1569.45	730.—	—	140.19	63.15	—	—	100.50	308.— ⁽²⁾	1341.84	669.12	—
1900	2400.—	45.98	510.20	2956.18	1140.—	307.60	371.91	555.23	37.35	60.—	479.50	20.—	2451.59	673.71	—
1901	2560.—	189.57	413.—	3162.57	1270.—	500.—	264.03	358.90	1000.—	88.—	52.85 ⁽³⁾	115.73	3049.51	186.77	1839.75
1902	3120.—	41.33	462.—	3623.33	1520.—	573.—	276.25	361.40	664.—	125.—	207.— ⁽⁴⁾	63.12	3789.77	20.33	2477.—
1903	3680.—	⁽⁵⁾ 273.95	—	3953.95	1840.—	600.—	297.26	—	585.—	15.—	6.45	—	3343.71	630.57	3008.60
1904	3775.—	⁽⁶⁾ 316.33	100 —	4191.33	1835.—	600.—	343.84	184.87	330.70	—	40.—	—	3334.41	1487.49	3309.50
1905	3710.—	⁽⁶⁾ 239.09	—	3949.09	1820.—	600.—	486.52 ⁽⁵⁾	25.50	1157.45	—	—	37.93	4127.40	1309.18	4416.95
1906	3950.—	76.30	—	4026.30	1950.—	600.—	511.27	—	769.25	—	151.—	12.—	3993.52	1341.96	5286.20
1907	3960.—	53.81	—	4012.81	1950.—	600.—	621.23	124.56	383.25	200.—	—	98.25 ⁽⁷⁾	3975.29	1379.48	5629.45
1908	3330.—	69.07	—	3399.07	1630.—	600.—	575.80	—	555.85	—	—	907.72 ⁽⁸⁾	4269.37	1509.18	6160.30
1909	3900.—	62.59	—	3962.59	1780.—	662.—	708.48	62.35	320.45	—	—	—	3533.28	938.49	6412.75
1910	3230.—	41.30	—	3271.30	1825.—	600.—	671.66 ⁽⁹⁾	86.—	274.—	—	—	—	3456.66	753.13	6536.75
1911	3610.—	381.70	—	3991.70	1790.—	700.—	696.33	—	106.25	—	272.— ⁽¹⁰⁾	210.—	3774.63	970.20	6793.—
Totale del quindicennio	44525.—	1879.15	1485.20	47908.35	21980.—	6942.60	6225.19	2056.76	6183.55	488.—	1309.30	1772.75	46938.15		

(1) Tassa sulla luce elettrica.

(2) Onoranze a Lord Kelvin, Congresso dei telegrafisti.

(3) Riunione annuale della A. E. I. in Roma.

(4) Onoranze a Marconi.

(5) Residuo conferenze 1904.

(6) Sede Centrale a Roma.

(7) Cambiamento di locali della Sezione.

(8) Riunione annuale della A. E. I. in Roma.

(9) Norme di sicurezza.

(10) Residuo competenza 1910.

Roma, 15 febbraio 1912.

IL CASSIERE

ORESTE LATTES

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA

Bilancio

ATTIVO		Consuntivo	Preventivo	Differenza
Quote sociali	Soci collettivi N. 1 a L. 80 . . . L. 80			
	» » » 14 a » 40 . . . » 560			
	» individuali » 142 a » 20 . . . » 2840	3490 —	3250 —	+ 240 —
	» studenti » 1 a » 10 . . . » 10			
Ricupero di quote arretrate L.		120 —	— —	+ 120 —
Interessi libretto postale (<i>per memoria</i>) »		— —	— —	— —
Entrate straordinarie »		381 70	— —	+ 381 70
ENTRATA EFFETTIVA . . . L.		3.991 70	3.250 —	+ 741 70
In cassa all'apertura dell'esercizio »		753 13	753 13	— —
L.		4.744 83	4.003 13	+ 741 70

Bilancio

		Preventivo 1912		Consuntivo 1911		Differenza	
Soci collettivi N. 16 a L. 40 . . . L. 640							
Quote sociali	» individuali » 145 a » 20 . . » 2900	3550	—	3499	—	+ 40	—
	» studenti » 1 a » 10 . . » 10						
Ricupero di quote arretrate L.		100	—	120	—	— 20	—
Interessi 1911 libretto postale »		20	—	—	—	+ 20	—
Proventi diversi »		—	—	381	70	— 381	70
In cassa all'apertura dell'esercizio »		970	20	753	13	+ 217	07
L.		4.640	20	4.744	83	— 94	63

Patrimonio sociale al 31 dicembre 1911.

Biblioteca . .	Libri e periodici (acquisti e rilegature) L.	5983 —	
	Doni (<i>per memoria</i>) »	— —	
Mobilio e materiali vari »		800 —	
Contanti in cassa »		970 20	
TOTALE . . . L.		7.763 20	

ITALIANA - SEZIONE DI ROMA

Consuntivo 1911

PASSIVO		Consuntivo		Preventivo		Differenza	
Contributo alla Sede Centrale	{ per N. 16 Soci collettivi a L. 20 L. 320 » » 147 » individuali a » 10 » 1470	1790	—	1620	—	+ 170	—
Sede della Sezione e illuminazione	L.	700	—	700	—	—	—
Biblioteca	{ Abbonamenti L. 106.25 Acquisto di libri » — Rilegature » — Comunicazioni ai Soci . . . L. 110.76 Postali » 74.87 Cancelleria e diverse 21.25 Personale e gratificazioni . . » 489.50	106	25	300	—	— 193	75
Amministrazione		696	38	700	—	— 3	62
Biblioteca Centrale (scaffali)	L.	272	—	200	—	+ 70	—
Residuo competenze 1910	»	210	—	83	13	+ 83	13
SPESA EFFETTIVA . . . L.		3774	63	3603	13	+ 171	50
Fondo di riserva	»	970	20	400	—	+ 570	20
L.		4744	83	4003	13	+ 741	70

Preventivo 1912

		Preventivo 1912		Consuntivo 1911		Differenza	
Contributo alla Sede Centrale	{ per N. 16 Soci collettivi a L. 20 L. 320 » » 145 » individuali a » 10 » 1450	1770	—	1790	—	— 20	—
Sede della Sezione e illuminazione	L.	700	—	700	—	—	—
Spese di amministrazione	»	700	—	696	38	+ 3	62
Biblioteca: acquisti, abbonamenti, rilegature	»	300	—	106	25	+ 193	75
Biblioteca Centrale (spese non repetibili)	»	200	—	272	—	— 72	—
Diverse e impreviste	»	70	20	210	—	— 120	80
Fondo di riserva	»	900	—	970	20	— 70	20
L.		4640	20	4744	83	— 94	63

SITUAZIONE DI CASSA

Avanzo degli esercizi precedenti	L.	753	13
Differenza attiva dell'esercizio 1911	»	217	07
A conto nuovo per l'esercizio 1912	L.	970	20

Roma, 15 febbraio 1912

IL CASSIERE

O. LATTES

SEZIONE DI TORINO

ADUNANZA DEL 18 MARZO 1912 — Ore 21.

Ordine del giorno:

- 1.° Comunicazioni della Presidenza.
- 2.° Relazione dei Revisori dei conti - Consuntivo 1911.
- 3.° Presentazione e votazione preventivo per 1912.
- 4.° Nomina del Vice-presidente.
- 5.° Comunicazione del Socio Ing. Palestrino « *Studio dei vari tipi di motori monofasi a collettore* ».

La seduta è aperta alle 21,10. Presiede il Presidente Ing. Comm. *Tedeschi*, che all'inizio porge un saluto ai Soci intervenuti quale nuovo Presidente.

Viene poscia letto ed approvato il verbale della seduta precedente.

Come comunicazioni della Presidenza vengono riferite ai Soci intervenuti le varie decisioni prese in merito alla discussione sulla nuova tassazione dell'energia elettrica e vengono comunicate le decisioni prese dalla Presidenza Generale dell'A. E. I.

Grassi dà ancora alcune spiegazioni concernenti quanto già era stato fatto durante la sua Presidenza onde meglio illuminare i Soci in proposito.

Si passa quindi alla relazione dei Revisori dei Conti del Consuntivo 1911. La relazione viene letta dal Socio Ing. Dumontel e pienamente approvata.

La presentazione per il preventivo 1912 viene fatta come da foglio N. 3 qui unito il quale viene approvato all'unanimità.

Si procede quindi alla nomina del Vice-presidente. Fungono da scrutatori i Soci Ing. Biagini e Ing. Pugliese. Viene eletto all'unanimità con 32 voti il Socio Ing. Cav. Terenzio Chiesa.

Il Presidente dà quindi la parola al Socio Ing. Palestrino per la sua comunicazione « *Studio dei vari tipi di motori monofasi a collettore* ».

La lettura viene accompagnata da numerose proiezioni di schema e diagrammi, e vivamente approvata alla fine.

Il Prof. *Grassi* al termine della lettura esorta i Soci volenterosi a voler dare maggiore incremento alle comunicazioni onde aver più sovente l'occasione di riunirsi nella Sede Sociale.

Il *Presidente* s'associa alle parole del Prof. *Grassi* e ringraziando l'Ing. *Palestrino* per la sua comunicazione toglie la seduta alle 23,15.

Torino, 22 Marzo 1912.

Il Segretario:

Ing. Carlo Palestrino.

SEZIONE DI TORINO

Bilancio approvato nella seduta 18 marzo 1912

BILANCIO CONSUNTIVO 1911

ATTIVO			
		Preventivo	Consuntivo
N. 120 quote a L. 30 L.		3510 —	3600 —
» 49 » » » 20 »		900 —	980 —
» 16 » » » 40 »		640 —	640 —
» 1 » » » 10 »		— —	10 —
Interessi »		30 —	97 50
	L.	5080 —	5327 50
PASSIVO			
		Preventivo	Consuntivo
Alla Sede Centrale L.		1940 —	2010 —
» Federazione »		2130 —	2114 40
Periodici »		200 —	158 30
Biblioteca »		100 —	— —
Segreteria »		400 —	108 77
Conferenze »		100 —	53 07
Casuali »		210 —	14 50
In Cassa »		— —	868 46
	L.	5080 —	5327 50

Il Presidente
Tedeschi Ing. Vittorio.

Il Cassiere
Ing. Luino Andrea.

SEZIONE DI TORINO

Bilancio approvato nella seduta 18 marzo 1912

BILANCIO PREVENTIVO 1912

	ATTIVO	PASSIVO
N. 112 quote a L. 30 L.	3360 —	— —
» 46 » » » 20 »	920 —	— —
» 14 » » » 40 »	560 —	— —
Interessi »	60 —	— —
Alla Sede Centrale »	— —	1900 —
» Federazione »	— —	2100 —
Periodici »	— —	200 —
Biblioteca »	— —	100 —
Segreteria »	— —	200 —
Conferenze »	— —	100 —
Casuali »	— —	100 —
In Cassa »	— —	200 —
L.	4900 —	4900 —

STATO PATRIMONIALE

	1910	1911
Fondo Cassa L.	1766 47	2634 93
Mobilio »	2100 —	2100 —
Macchina da scrivere »	500 —	500 —
Libri »	2609 —	2600 —
Libri regalati »	165 —	165 —

Il Presidente
Tedeschi Ing. Vittorio.

Il Cassiere
Luino Ing. Andrea.

Il Segretario
Ing. Carlo Palestino.

N. 7.**RECENSIONI**

(I recensori non assumono alcuna responsabilità delle affermazioni e dei giudizi contenuti negli articoli riassunti).

Argomenti diversi.

SELLS. — *Capitolati*. — (The Electrician, Vol. LXVIII, pag. 791, febbraio 1912).

Nella giurisprudenza inglese è incerto se per capitolato di fornitura debba intendersi una descrizione dettagliata del materiale richiesto o una descrizione più o meno completa, piuttosto una guida che un'istruzione precisa; è certo però che un capitolato dev'essere anzitutto chiaro, poichè è la mancanza di chiarezza in questo documento iniziale la prima causa delle future contestazioni.

Di dettagli devono essere contenuti soltanto quelli che interessano al compratore, lasciando invece che i dettagli di costruzione formino piuttosto oggetto delle offerte.

Per il macchinario elettromeccanico il capitolato deve essenzialmente contenere l'indicazione della quantità, della potenza, delle condizioni di esercizio cui dev'essere sottoposto, delle eventuali prescrizioni delle autorità, dei termini di tempo per la messa in opera e delle penalità relative, delle garanzie, delle prove ecc.; dettagli deve piuttosto chiederne che darne, lasciando libero il fornitore di offrire i suoi speciali dispositivi e di giustificarne l'applicazione; deve cioè contenere la descrizione sommaria del materiale richiesto e soprattutto l'indicazione delle condizioni a cui deve soddisfare.

In America e sul continente il compito del capitolato è più semplice, poichè normalmente coincide colla pratica standardizzata, mentre in Inghilterra la mancanza di tipi normali e di autorità riconosciute, che questi tipi fissino, rappresenta un gravissimo inconveniente.

La forma che più si avvicina a quella in uso sul Continente è in Inghilterra il capitolato preparato da un Consulente per provocare delle offerte; contiene allora pochi dettagli sul materiale richiesto, nei casi più favorevoli coll'esplicita dichiarazione, che verranno prese in esame anche le offerte per materiale di tipo analogo, ma non eguale a quello descritto.

L'opera del consulente si estende in questo caso anche a constatare, se la fornitura è stata eseguita secondo le prescrizioni del capitolato.

In pratica avviene, che pure essendo compito riconosciuto del consulente che il cliente ottenga il materiale più moderno, meglio fabbricato e al miglior prezzo, pure il numero delle interpretazioni di questi desiderata è almeno tanto grande quanto il numero dei consulenti, ciò che è dovuto appunto all'assenza di norme generali e alla mancanza di uniformità di educazione e di esperienza, e talora anche alla mancanza di un sufficiente affiatamento tra costruttore e consulente, affiatamento che andrebbe a beneficio di tutti, come a beneficio di tutti andrebbe una maggiore standardizzazione del materiale.

Nei primi tempi dell'elettrotecnica una delle principali preoccupazioni del consulente era quella di premunire il cliente contro la disonestà commerciale del costruttore, e tracce di questa preoccupazione si trovano ancora oggi nei capitolati più moderni, come disonestà non intendendosi soltanto l'intento di eludere le prescrizioni del capitolato, ma anche quello di fornire materiale non perfettamente rifinito, sproorzionato ecc.; oggi tutto ciò non ha più ragione di essere, perchè costruttori di questo genere sono in generale scomparsi, avendo solo sopravvissuto nella lotta le grandi ditte, per le quali la correttezza è una necessità e i minori costruttori maggiormente specializzati, i quali sono riusciti a sopravvivere appunto per la perfezione dei loro speciali prodotti.

Se quindi la standardizzazione avesse sufficientemente progredito non ci sarebbe nel capitolato alcun bisogno di dettagli costruttivi, e l'opera del consulente sarebbe leggermente diversa; non potendo essere infatti enciclopedico farebbe opera già utile accettando le norme generali standardizzate e spronando i costruttori a soddisfare alle speciali esigenze del caso, anzichè preparando ogni volta capitolati che sono meraviglie di originalità, ma appunto per questo pericolosi: il compito ulteriore sarebbe allora quello di esaminare le diverse offerte, e di decidere nel modo più conveniente al cliente senza lasciarsi unicamente guidare dall'importo dell'offerta.

Analoghe considerazioni valgono anche per gli ingegneri delle Società private e delle imprese municipali, che però in generale sono quasi sempre obbligati ad accettare l'offerta a più basso prezzo; essi, relativamente all'impianto presso il quale sono impiegati, sono più specializzati dei consulenti, e possiedono maggiore esperienza del costruttore circa alle esigenze da soddisfare, così che se di tale esperienza hanno saputo far tesoro nei capitolati, questi possono riuscire al costruttore utilissimi.

Questa esperienza sarebbe appunto anche molto utile a preparare quelle tali norme generali, che rappresentano, come in altri paesi, la esperienza di tutti a vantaggio di tutti.

Irrazionali sono invece spesso i capitolati, quando si tratta di impianti, dove dopo un monte di dettagli sulle condizioni da soddi-

sfare, si termina coll'informazione che il nuovo materiale deve essere identico a quello in opera.

Un caso in pratica molto importante è quello in cui la fornitura deve essere divisa fra un costruttore per esempio di macchine a vapore e una fabbrica di macchinario elettrico; se non è allora conveniente provocare due contratti completamente separati, è opportuno però provocare offerte separate accompagnate dall'obbligo del fabbricante di macchine a vapore di accettare il preventivo d'una fabbrica di materiale elettrico di riconosciuta serietà e viceversa, includendo quindi nell'unico contratto di fornitura condizioni comuni di prove, di pagamenti, di penalità, ecc.; così la combinazione più opportuna spetterebbe all'acquirente, caso che non sempre si verifica oggi nella pratica corrente.

Nei capitolati preparati dagli esercenti grandi impianti per le installazioni alimentate dall'impianto stesso sarebbe poi desiderabile la maggior larghezza in merito alla scelta dei materiali, ma insieme la stretta applicazione dei capitolati stessi una volta fissati.

Irrazionale è talora la natura della sorveglianza prescritta nei capitolati durante certe fabbricazioni, per cui per esempio a un modesto sorvegliante digiuno della necessaria competenza è devoluto di decidere se la qualità d'una partita di gomma è conveniente per l'isolamento di un cavo, mentre è spesso irrisoria la sorveglianza esercitata sulla fornitura del materiale minuto, che per avere la medesima apparenza o magari la medesima marca di fabbrica continua ad essere accettato anche quando di provenienza o di fabbricazione completamente diversa.

Non bisogna poi dimenticare che le prove cui assoggettare il materiale acquistato possono in generale essere compiute colla necessaria serietà soltanto presso quegli impianti maggiori, che hanno a questo scopo il materiale necessario e il personale adatto, mentre per esempio per il ricevimento delle lampade rischiano di diventare irrisorie e di allontanare i fabbricanti più reputati, quando sono eseguite presso i piccoli esercenti.

Poco c'è da osservare sui capitolati preparati nel commercio all'ingrosso dei materiali elettrici perchè intesi più che altro ad assicurare il massimo guadagno immediato, come pure sui capitolati preparati dagli installatori, che riguardano quasi esclusivamente materiale minuto, capitolati, che, quando sono fatti bene, sono copiati semplicemente dai cataloghi.

Come necessaria appendice al capitolato segue più tardi il contratto, nel quale devono essere chiaramente stabiliti i termini di tempo per la consegna e le penalità per i ritardi, o meglio l'entità dei danni da liquidare, specialmente nella frequente eventualità, che il compratore abbia potuto egualmente utilizzare una parte del materiale fornito: ben chiara deve essere anche la formula compromissoria, per la quale il chiamare ad unico arbitrio chi ha preparato il capitolato, equivale bene spesso a metterlo in un grave imbarazzo morale; espliciti devono essere anche i patti per gli eventuali compensi straordinari, specie in quei contratti in cui il direttore dei lavori ha facoltà di variare

le ordinazioni durante l'esecuzione dei lavori, facoltà che è assai spesso origine di liti successive; finalmente, ogni qual volta sia stabilito che i pagamenti non possano aver luogo che dietro opportuni certificati del direttore dei lavori, è bene che il contratto chiaramente disponga, che tali certificati non possano senza una plausibile ragione essere ritardati, come pure non possa essere ritardato il collaudo definitivo, quando questo debba precedere l'ultimo pagamento.

Nessun contratto dovrebbe finalmente per evidenti ragioni di moralità mancare della clausola seguente: il compratore considera tutti i disegni trasmessi dal costruttore come confidenziali, e si impegna a non comunicarli ad altri costruttori partecipino essi o meno alla gara.

G. R.

Elettrotecnica

P. WEISS e G. FOEX. — *Studio della magnetizzazione dei corpi ferromagnetici al di sopra del punto di Curie.* — (Journal de Physique, 1911, serie V, vol. I, pag. 274-744-805).

L'ipotesi del campo molecolare, formulata dal Langevin in base ai risultati sperimentali del Curie, è stata estesa dall'A. anche al caso dei materiali ferromagnetici, per i quali, come è noto, esiste una temperatura critica (punto di Curie), oltre la quale cessano le proprietà più caratteristiche del ferromagnetismo ⁽¹⁾. In base a tale teoria, al di là del punto di Curie, cui corrisponde una temperatura assoluta critica Θ , la sostanza si deve comportare in modo affine ai paramagnetici e cioè il coefficiente di magnetizzazione specifica α (susceptività riferita all'unità di massa) deve essere indipendente dal campo H e inversamente proporzionale a $T - \Theta$ ove T è la temperatura assoluta della sostanza:

$$(1) \quad \alpha(T - \Theta) = C \quad (\text{costante di Curie}).$$

La verifica di questa legge e la determinazione della costante C , che sono lo scopo del presente lavoro, hanno grande importanza per l'ipotesi del campo molecolare H_m . Infatti questo deve essere proporzionale alla magnetizzazione J .

$$(2) \quad H_m = N \cdot I$$

secondo un coefficiente N , che a sua volta è legato alla costante di Curie C , alla densità D e alla temperatura critica Θ dalla relazione

$$(3) \quad C \cdot N \cdot D = \Theta.$$

⁽¹⁾ Vedi *Atti dell'A. E. I.* 1911 p. 122.

La determinazione di χ per verificare la (1) è stata fatta con un metodo sperimentale analogo a quello tenuto da Curie, e cioè misurando l'attrazione che subisce un saggio posto in un campo non uniforme. Il metodo è stato reso più sensibile e preciso modificandone vari dettagli e trasformandolo in un metodo di zero con l'equilibrare l'attrazione del saggio con la repulsione elettrodinamica di due bobine, percorse da corrente continua. In luogo di determinare, come fece Curie, la legge di variazione del campo nello spazio occupato dal saggio e di dedurne la costante dell'apparecchio, gli AA. tarano quest'ultimo determinando l'attrazione esercitata su di un corpo tipo (soluzioni di nitrato di nichelio e di nitrato di cobalto), di cui la χ si determina per altra via e cioè col metodo ben noto del dislivello nei due rami di un tubo ad U, posti in campi diversi.

Tarato così l'apparecchio si ricava la χ dei vari corpi, tra cui quella di una sostanza paramagnetica campione, il solfato di cobalto, per il quale risulta $\chi = 57,6 \times 10^{-6}$ a 20° . Le sostanze ferromagnetiche introdotte nel campo sono circondate da un piccolo forno elettrico a resistenza e la loro temperatura è misurata con una coppia platino-platino-rodio.

Se la legge $\chi(T - \Theta) = C$ si verificasse completamente, il diagramma $\frac{1}{\chi} = f(T)$

dovrebbe essere una retta passante per il punto $\frac{1}{\chi} = 0$ e $T = \Theta$. I risultati sperimentali soddisfano solo parzialmente a questa condizione.

Infatti per la magnetite, sperimentando fra 581° e 900° il diagramma ha il previsto andamento rettilineo solo per quattro determinati tratti di diversa lunghezza e di diversa inclinazione, raccordati da curve. Per temperature ancora più alte, secondo le esperienze di Curie, spinte fino a 1360° , la magnetite diventerebbe semplicemente paramagnetica con $\frac{1}{\chi}$ proporzionale a T . La costante di Curie per i singoli tratti rettilinei sale da 0,00445 a 0,028 al crescere della temperatura.

Per il nichel la funzione χ ha un andamento rettilineo assai più soddisfacente: vi è un primo tratto assai breve (364° a 412°) in cui $C = 0,0066$, poi, fino alle massime temperature raggiunte (1100°), si ha un'unica retta cui corrisponde $C = 0,0055$, e questo risultato è davvero notevole.

Il ferro dà luogo anch'esso ad un diagramma che comprende vari tratti rettilinei, ma questi non sono raccordabili uno con l'altro. Il diagramma presenta infatti due regioni di discontinuità per le temperature di 920° e di 1395° , che possono servire a separare gli stati successivi β , γ e δ del ferro, riservando la indicazione α per lo stato al di sotto del punto di Curie. Nelle regioni di passaggio si ha una forte instabilità e si notano rilevanti fenomeni di ritardo di tempo nel variare della magnetizzazione in funzione della temperatura. La costante C assume vari valori fra 0,072 e 0,0045 ed anche alle maggiori temperature (1500°) contrariamente a quanto riteneva Curie, non si verifica il semplice paramagnetismo.

Il Cobalto, studiato fra 1170° e 1303° dà due tratti rettilinei ben raccordati e di inclinazione poco diversa: $C = 0,0217$ e $C = 0,0182$.

La pirrotina raggiunge subito, al di sopra del punto di Curie, lo stato paramagnetico $\chi T = C$ con $C = \text{cost}$; lo stato ferromagnetico con magnetizzazione non spontanea, ma sollecitata dal campo (quello cioè superiore al punto di Curie e per cui $\chi(T - \Theta) = 0$) o non esiste o è brevissimo.

Gli AA. hanno anche sperimentato su di una serie di ferronichel di composizione variabile di 10 % in 10 %. Da 90 % Ni a 50 % Ni la funzione $\frac{1}{\chi} = f(T)$ è per ogni composto una singola retta nei limiti dell'esperienza. Per composti contenenti minori percentuali di Ni la funzione consta di diversi tratti rettilinei raccordati, ma la loro determinazione è assai incerta, perchè il fenomeno è in gran parte irreversibile, ossia sperimentando con temperature crescenti si hanno risultati molto diversi da quelli ottenuti con temperature decrescenti. Risulta che partendo dal percento di Ni che corrisponde a un composto $Fe_2 Ni$ e giungendo sia al ferro puro, sia al nichel puro, la variazione della costante di Curie C è lineare in funzione della variazione di percento. Tutto lascia credere che il composto $Fe_2 Ni$ esista e che con gli altri percento si costituiscano due serie ininterrotte di soluzioni solide, separate fra loro appunto dal $Fe_2 Ni$. Se ne deduce la legge che: in una soluzione solida di due metalli magnetici la costante di Curie è addittiva. Ciò è in accordo con l'ipotesi di Langevin circa il campo molecolare e perciò ne è una conferma. La costante di Curie non è invece addittiva nel caso di una combinazione chimica di metalli magnetici. Avendo determinato anche le temperature Θ dei punti di Curie per i ferronichel gli AA. hanno calcolato mediante le (2) e (3) i valori di ND e di N in funzione del percento e hanno ottenuto il notevole risultato di constatare che, nella regione dei composti reversibili (40 % a 100 % di Ni) questi diagrammi hanno ambedue andamento sensibilmente rettilineo.

G. V.

E. WILSON e L. C. BUDD. — *Influenza della temperatura su la storia magnetica preventiva.* — (The Electrician 1911, Vol. 67, p. 743).

Gli AA. chiamano « storia magnetica preventiva » di un saggio il fatto, che su di esso abbia agito un campo costante ed intenso. Nelle misure in questione questo campo era di 20 gauss. Sono stati usati due tori magnetici costituiti con lamiera commerciale di ferro-silicio e si sono fatte esperienze balistiche comparative a diverse temperature. A ciascuna temperatura sono state eseguite due serie di misure: l'una dopo avere magnetizzato il saggio con corrente alternata decrescente, l'altra dopo avere applicato e poi annullato il « campo di storia magnetica » cioè il campo costante di 20 gauss. La prima serie dà una curva $B = fz(H)$ che per campi deboli (minori di 1 gauss) si trova al di sopra della curva $B_1 = fz(H)$ ottenuta con la seconda serie. Per campi più intensi le due curve si confondono. Gli AA. hanno costruito

anche i diagrammi dei rapporti $\frac{B}{B_1}$ in funzione del campo; questi presentano un massimo per campi molto deboli ($0,1 \div 0,4$), poi decrescono rapidamente tendendo all'unità. Prendendo la grandezza di questi rapporti $\frac{B}{B_1}$ come indice dell'effetto della storia magnetica (nel senso definito dagli AA.) si rileva, che entro i limiti delle esperienze eseguite, cioè per temperature comprese fra $+ 720^\circ$ e $- 160^\circ$, l'effetto della storia magnetica è tanto maggiore quanto più bassa è la temperatura. Da diverse serie di esperienze eseguite alla temperatura ordinaria, ma dopo diversi trattamenti termici fatti subire ai saggi, risulta che l'effetto della storia magnetica è accresciuto così da una ricottura, come da un raffreddamento temporaneo a temperature molto basse.

La definizione di effetto della storia magnetica preventiva data dagli AA. ai risultati delle serie di misure di B_1 quasi che si trattasse di un fenomeno nuovo, è superflua e poco opportuna, perchè può ingenerare confusione. In realtà si tratta semplicemente di questo, che le misure della prima serie (B) sono fatte su ferro smagnetizzato, quelle della seconda (B_1) su ferro che ha una magnetizzazione residua, dovuta al campo precedentemente applicato. Sebbene non sia detto, le misure sono fatte certamente per valori crescenti e per inversione. E quindi chiaro che, per i primi valori del campo nella seconda serie di misure, la magnetizzazione descrive, per effetto dell'inversione del campo, dei cicli, di cui i due vertici sono bensì simmetrici rispetto all'asse delle ordinate, ma non lo sono rispetto all'asse delle ascisse a causa della magnetizzazione residua, che preesisteva. Come è noto, questi cicli dissimmetrici hanno un'ampiezza ΔB minore di quella dei corrispondenti cicli simmetrici e ciò spiega i risultati degli AA. Quando poi il campo è divenuto abbastanza grande, da annullare per inversione la magnetizzazione residua, l'effetto di questa deve scomparire e devono ritrovarsi gli stessi valori ottenuti partendo dalla condizione di ferro smagnetizzato. Considerare come valori dell'induzione B_1 valori metà delle differenze ΔB e costruire una curva $B_1 = f_z(H)$ uscente dall'origine, non è corretto, perchè in realtà, per $H = 0$ l'induzione non è nulla, ma ha la grandezza residua rimasta dopo l'applicazione del campo costante di 20 gauss. La curva $B_1 = f_z(H)$ avrebbe due andamenti diversi fra loro e da quello rilevato degli AA. se invece del metodo di inversione si usasse quello dei salti progressivi della corrente magnetizzante, una volta nel senso della magnetizzazione residua e una volta nel senso opposto. Tutto ciò si mette facilmente in chiaro ripetendo le misure degli AA. con un metodo magnetometrico.

I risultati degli AA. si limitano dunque alla constatazione del fatto già noto, che l'entità relativa della magnetizzazione residua decresce al crescere della temperatura.

Osservazioni analoghe si possono fare ad un lavoro precedente di E. Wilson, G. F. O' Dell e H. W. Jennings comparso nei Proceedings of the Royal Society 1909 serie A, vol. 83, p. 1].

G. V.

S. W. MELSON e H. C. BOOTH. — *Riscaldamento dei cavi.* — Journal of the Institution of Electrical Engineers - settembre 1911.

Gli autori riferiscono i risultati delle prove fatte nel « National Physical Laboratory » per determinare l'aumento di temperatura e la densità di corrente per un dato aumento di temperatura, in cavi di diversa sezione e con diversi tipi di ricoprimento. L'aumento di temperatura veniva determinato col metodo dell'aumento di resistenza facendo uso della formula

$$R_t = R_{15} \{ 1 + 0,004 (t - 15) \}$$

La resistenza si misurava col ponte doppio di Kelvin; la corrente era fornita da una batteria di accumulatori in modo da avere una tensione di 6 volt; la corrente veniva misurata con un millivoltmetro di precisione tipo Elliott. Si fecero anche prove con corrente alternata a 50 periodi ottenendo risultati abbastanza in accordo con quelli ottenuti colla corrente continua. Gli autori riassumono i risultati delle prove mediante numerose curve relative ai vari tipi di rivestimento ed alle varie sezioni. Altre curve rappresentano il modo di variare per un dato aumento di temperatura sulla temperatura ambiente, della densità di corrente secondo le varie sezioni e i vari tipi di rivestimenti. Gli autori hanno finalmente dedotta la seguente formola generale la quale lega la densità alla sezione del cavo e al diametro esterno del rivestimento

$$i = K \left(\frac{D}{S} \right)^n$$

dove n è una costante e K dipende dall'aumento di temperatura e dalle unità adottate: questa formola dice che $\log i$ e $\log \frac{D}{S}$ sono legati da una relazione lineare il che concorda pienamente coi risultati alle prove come si vede in due successive figure.

Se i è la densità in ampere per centimetro quadrato, S la sezione del rame in cm. quadrati e D il diametro del rivestimento esterno pure in cm. la seguente tabella dà i valori delle costanti in alcuni casi.

Tipo di cavo	Aumento di temperatura di		
	11,1 C	16,7 C	27,7 C
Coperto in gomma, all'aria . . .	$i = 101 \left(\frac{D}{S} \right)^{0,616}$	$i = 126 \left(\frac{D}{S} \right)^{0,616}$	—
» » in cassette . . .	$i = 91 \left(\frac{D}{S} \right)^{0,66}$	$i = 106 \left(\frac{D}{S} \right)^{0,66}$	—
» in piombo, all'aria . . .	$i = 110 \left(\frac{D}{S} \right)^{0,50}$	$i = 137 \left(\frac{D}{S} \right)^{0,50}$	$i = 175 \left(\frac{D}{S} \right)^{0,50}$

Questa formola può essere anche dedotta a questo modo: se indichiamo con H l'energia spesa in un secondo per calore di Joule in un cavo lungo un cm.; con T , t , θ la temperatura in $C.$ del rame, rivestimento ed ambiente, con D e d il diametro in cm. del rivestimento e del rame, con p la resistenza specifica del rame e con a il suo coefficiente di temperatura si ha:

$$H = 0,24 I^2 R = 0,24 \cdot I^2 \cdot \frac{4 p (1 + a T)}{\pi d^2}$$

Nella condizione di regime detto K il coefficiente di conduttività termica del rivestimento se ha:

$$H = 2 \pi k \frac{(T - t) D}{\log. \frac{D}{d}}$$

e detto h il coefficiente di conduttività esterna

$$H = h (t - \theta) \pi D$$

da cui

$$I^2 = \frac{T - \theta}{1 + a t} \cdot \frac{h \pi^2 d^2 D k}{0,48 p} \cdot \frac{1}{\left(h D \log \frac{D}{d} + 2 h \right)}$$

ed essendo $i = \frac{I}{\pi d^2}$; $\frac{T - \theta}{1 + a T}$ costante per un dato aumento di temperatura

$$i = K_1 \sqrt{\frac{D}{d^2}} \sqrt{\frac{1}{D \log \frac{D}{d} + \frac{2 k}{h}}}$$

e perchè S è proporzionale a d^2 , i primi due fattori corrispondono alla formola empirica notando che il valore di n è sempre vicino a 0,5, come vuole la formola teorica e lo è specialmente nel caso del rivestimento di piombo il quale appunto è il più omogeneo. Quanto all'ultimo fattore venne calcolato dagli autori e trovato nei varii casi delle esperienze fatte praticamente costante.

Gli autori paragonano la densità di corrente date nel 1907 dal Waring Rules, coi risultati di queste esperienze notando che esse corrispondono a un aumento di circa 20° F per sezioni da 0,05 — 0,15 pollici quadrati, e ad un aumento di più di 30° F per sezioni fino ad un pollice quadrato.

Gli autori riferiscono anche prove fatte nel caso di funzionamento intermittente in cui è, naturalmente, ammessa una maggior densità di corrente.

G. M.

Materiali.

A. A. KNOWLTON. — *Preparazione e proprietà delle leghe di Heusler.*
— (The Electrician 1911, vol. 67, p. 338).

Dacchè Heusler nel 1903 fece la scoperta, che si possono preparare leghe fortemente ferromagnetiche con i metalli non magnetici, rame, manganese e alluminio, parecchi lavori sono stati pubblicati su di esse. I risultati più importanti finora conseguiti si possono riassumere nei punti seguenti: 1) La permeabilità dei migliori saggi è dell'ordine di quella della ghisa; 2) La permeabilità cresce in generale di molto in seguito a una ricottura prolungata poco al di sopra di 100°. A temperature più alte la lega diventa non magnetica e questa trasformazione può essere irreversibile; 3) Le leghe più magnetiche sono quelle che contengono *Mn* e *Al* nella proporzione atomica, cioè circa due parti in peso di *Mn* per una di *Al*. In base a ciò si è per lo più ammesso che il *Cu* funga solo da solvente e non abbia parte nel fenomeno della magnetizzazione; 4) Sostituendo all'alluminio altri metalli trivalenti, come l'arsenico e l'antimonio, si hanno ancora leghe magnetiche, ma assai più debolmente; 5) l'effetto di Hall ha nelle leghe di Heusler lo stesso segno che nel ferro ed è più intenso che in qualunque sostanza nota; 6) sussiste per contro rispetto al ferro la notevole e sostanziale differenza, che manca l'effetto di Kerr.

Tutti gli sperimentatori hanno incontrato difficoltà dovute alle cattive qualità meccaniche delle leghe ed è necessario curarne la preparazione in modo da attenuare per quanto è possibile questo difetto. Il primo stadio consiste nello sciogliere il manganese nel rame fuso; ciò deve aver luogo in un crogiuolo di grafite, in cui la lega deve esser mantenuta fusa per parecchie ore o ripetutamente rifusa, onde raggiungere una buona miscela. Altrettanto si deve fare dopo l'aggiunta dell'alluminio. Nella fusione sono inevitabili le perdite di parte di materiale, e si debbono perciò determinare le proporzioni effettive dei componenti mediante l'analisi. Dopo molte rifusioni l'A. fa raffreddare i saggi assai lentamente entro forme di grafite dalla temperatura di fusione (circa 850°) fino a 250°, poi li tempera per immersione in acqua fredda. Le sbarre così ottenute hanno proprietà meccaniche soddisfacenti. Le misure sono state eseguite sopra quattordici saggi e hanno avuto di mira dapprima la resistività e il coefficiente di temperatura. La resistività varia da saggio a saggio assai più di quanto le differenze di composizione lascerebbero prevedere. Essa si modifica notevolmente a seconda del trattamento termico; così ad esempio un saggio ha subito tre stabili e forti riduzioni di resistenza per effetto di tre riscaldamenti prolungati a 140°, 160° e 225°. Il coefficiente di temperatura varia inversamente alla resistività. L'esame microscopico dimostra, che la resistività diminuisce col prevalere della struttura cristallina; aumenta invece quando, ad esempio mediante la tempera, si ostacola la cristallizzazione.

Numerose misure magnetiche sono state eseguite dall'A. durante e dopo vari cicli di riscaldamento dei saggi, i quali venivano anche esaminati al microscopio dopo aver attaccato una superficie ben polita con una miscela di acido cloridrico e di cloruro di ferro. L'A. ha constatato che alla temperatura ordinaria si produce un lento invecchiamento, il quale migliora le proprietà magnetiche della lega. Eguale miglioramento si può ottenere assai più rapidamente con una ricottura a 160°. Invece la ricottura fra 225° e 250° peggiora la lega; quella verso 300° le restituisce le buone proprietà magnetiche; infine a 350° si ha una trasformazione, che lascia il saggio presso che non magnetico e che si rivela anche con una molto maggiore attaccabilità della lega da parte del reagente, quasi che i cristalli di una determinata categoria si fossero rotti.

L'A. spiega i cambiamenti permanenti di proprietà magnetiche, prodotti dal trattamento termico, ammettendo, che tali proprietà, appartengano a gruppi molecolari costituenti un certo tipo di cristalli, e che questo tipo, stabile alla temperatura ordinaria e a 300°, passi per una condizione di metastabilità fra 225° e 275°. L'opposto accadrebbe per i cristalli non magnetici. L'esame microfotografico rivela tre specie di masse cristalline, le quali appaiono rispettivamente bianche, grigie scure e nere. Le prime sono le più notevoli, perchè la superficie da esse occupata nelle microfotografie varia in relazione con le proprietà magnetiche. L'A. ha riscontrato una legge di semplice proporzionalità tra la parte percentuale di massa cristallina bianca e la magnetizzazione di saturazione del saggio. Fra le temperature di trasformazione dei vari saggi si sono rilevate notevoli differenze ed è stato possibile conseguire temperature di trasformazione molto basse formando una lega ad alto tenore di rame (Cn 72, Mn 18, Al 10). Ciò prova che il rame ha una parte più importante che quella di un semplice solvente.

Le esperienze giustificano la supposizione, che quei cristalli che appaiono bianchi al microscopio, contengano i componenti magnetici della lega; ma all'A. non è riuscito di isolarli. E' anche notevole che, passando per la temperatura di trasformazione da stato non magnetico a stato magnetico, non si sia potuto riscontrare alcuno svolgimento di calore.

G. V.

H. R. HAMLEY e A. L. ROSSITER. — *Le proprietà magnetiche del ferro legato (ferro silicio)*. — (The Electrician 1911, Vol. 68, p. 150).

Gli AA. hanno eseguito misure balistiche e misure wattometriche sopra due saggi di ferro legato, l'uno crudo e l'altro ricotto. Dalle misure statiche è stato dedotto il coefficiente η della formula empirica dello Steinmetz $w = \eta B^{1.6}$ e si è riscontrato, che esso presenta un massimo per $B = 3000$, poi un minimo per $B = 4000$, poi va continuamente crescendo fino ai limiti delle esperienze eseguite. Le permeabilità risultano non molto alte: i valori massimi sono 2600 per $B = 4000$ nel caso del saggio crudo e 3500 per $B = 6000$ in quella del saggio ricotto. Le misure con

corrente alternata sono state eseguite con tre diverse frequenze (14, 30 e 50 circa), usando il metodo del Lyle. I valori della perdita totale sono stati impiegati per ricavare i coefficienti e l'esponente della formula empirica del Lyle $w = (\alpha + \beta n) B^x$, nella quale B è il valore efficace dell'induzione. Risulta:

per il saggio crudo $w = (0,00184 + 0,0000331 n) B^{1,50}$

per il saggio ricotto $w = (0,00106 + 0,0000226 n) B^{1,55}$

mentre per il ferro comune (non legato) da trasformarsi, gli AA. calcolano:

$$W = (0,00175 + 0,000027 n) B^{1,57}.$$

I risultati più importanti sono riassunti dagli AA. nel modo seguente:

- 1) Il ferro legato non si può usare vantaggiosamente allo stato crudo;
- 2) Allo stato ricotto esso presenta veramente i vantaggi di avere una elevata permeabilità e di dar luogo a perdite ridotte, specialmente per correnti parassite;
- 3) I risultati dei precedenti sperimentatori sono confermati, tranne che per la permeabilità, la quale risulta un poco minore;
- 4) Quanto agli effetti della variazione di frequenza si verifica ciò che è già noto per il ferro comune, cioè che la perdita dovuta all'isteresi per ciascun ciclo di magnetizzazione è sensibilmente indipendente dalla frequenza.

La presente ricerca non aggiunge nulla di notevole ai risultati già pubblicati da altri sperimentatori sul ferro legato. Il valore della permeabilità massima è effettivamente minore di quelli che ordinariamente si incontrano; ciò può dipendere dalla composizione chimica del saggio adoperato, della quale non è data notizia e che probabilmente non era delle migliori. L'adozione della formula empirica del Lyle è sconsigliabile perchè i coefficienti e l'esponente di essa hanno valori differenti da caso a caso, ed anche perchè è irrazionale calcolare le perdite per isteresi insieme con quelle per correnti parassite, dipendendo le prime dal valor medio e le seconde dal valore efficace della f. e. m. di induzione e potendo questi due valori essere fra loro in un rapporto variabile fra ampi limiti.

G. V.

C. F. BURGESS e J. ASTON: *Alcune leghe per magneti permanenti*. — (Tre Electrician 1911, vol 67, pag. 735).

Nel corso delle ricerche eseguite sotto il patronato dell'Istituto Carnegie nell'Università di Wisconsin su le proprietà magnetiche del ferro e delle sue leghe, più di 100 saggi sono stati studiati dal punto di vista delle loro proprietà come magneti permanenti. Si tratta di un gran numero di leghe di ferro con altri metalli in varie proporzioni, ma prive del tutto o quasi di carbonio. Le misure sono state fatte con un perameetro di Esterline, in cui la sbarra da provare fa parte del circuito

magnetico di una piccola dinamo: il flusso nella sbarra si deduce dalla differenza di potenziale misurata ai morsetti della dinamo. Il campo magnetizzante viene spinto fino a un massimo di circa 200, poi annullato ed invertito fino ad annullare il flusso, così da poter rilevare i punti più importanti di un ciclo di isteresi: induzione massima $B_{max.}$, induzione residua B_{res} e campo coercitivo $H_{coerc.}$. Tutti i saggi sono stati provati sia dopo la forgiatura, sia dopo la tempera in acqua, preceduta da un riscaldamento a 1000° . I saggi che han dato $H_{coerc.} > 30$ sono stati provati circa la stabilità del magnetismo permanente, stagionandoli sia con vibrazioni od urti, sia con un riscaldamento in acqua bollente. Questi due metodi si equivalgono nei risultati; è quindi preferibile il primo per la sua semplicità, salvo che si tratti di materiali fragili.

I risultati sperimentali raccolti dagli A.A. sono assai vari, a seconda della composizione delle leghe; anche la tempera ha effetti diversi, ma in generale accresce la durezza magnetica. Le leghe sono state riunite in vari gruppi a seconda dei metalli che le costituiscono.

1). I ferri al cromo non risultano adatti per i magneti permanenti qualunque sia il percento di Cr ; ma, se ad un percento medio (5 o 6) di Cr si aggiunge una piccola quantità di Si o di C o di V , si hanno ottimi materiali. 2) I ferri al manganese presentano valori convenienti dell'induzione residua e della forza coercitiva con tenori medi di Mn (circa 5%), ma divengono non magnetici oltre 10,4 % di Mn . Presentano inoltre la particolarità notevole, che il campo coercitivo diviene più piccolo dopo la tempera. 3) I ferri al molibdeno, con una lieve aggiunta di carbonio e dopo temperati, si prestano assai bene per formare magneti permanenti. 4) I ferri al nichel presentano, al crescere del percento di Ni , una progressiva diminuzione di $B_{res.}$ e un aumento di $H_{coerc.}$. Con il 26 % di Ni divengono non magnetici e al di là sono magneticamente dolci. In genere non hanno dunque qualità adatte per i magneti permanenti, ma sembra che possano essere migliorati con l'aggiunta di un poco di V 5). Lo stesso vale per i ferri al tungsteno, i quali divengono magneticamente duri, solo dopo l'aggiunta di un poco di V o di C . Per esempio un ferro con 4 % W e 0,4 % V dopo temperato presentava $B_{res} = 11300$ e $H_{coerc.} = 43,8$, ed uno con 5% W e 0,5 % C , anch'esso dopo temperato, $B_{res} = 11700$ e $H_{coerc.} = 59$. 6) Le leghe a più componenti presentano una tale varietà di risultati, che difficilmente si può trarne una regola generale. I valori più notevoli sono quelli esposti qui appresso per le leghe, di cui è indicata la composizione in percento:

5 Cr	3 Mn	4 Mo	1 Si	forgiata	$B_{res.} = 11350$	$H_{coerc.} = 55,8$
10 Ni	5 Mo			»	10150	36,7
2 Cr	10 Mo	0,5 C	0,3 V	temperata	10500	78,0
10 Ni	5 W			»	10300	35,2
1 Mn	1 Mo			»	10500	39,6
1 Mn	10 Mo	0,5 C		»	10750	58,4

Riassumendo: il cromo, il manganese, il molibdeno e il tungsteno sono i materiali più importanti per la preparazione degli acciai destinati alla fabbricazione di magneti permanenti. Ma ciascuno di essi non basta da solo; occorre un terzo elemento, che può essere uno degli altri tre o il carbonio o infine il silicio o il vanadio (specialmente quest'ultimo). Alcuni materiali richiedono la tempera, ma se ne possono preparare altri non meno buoni, che non hanno bisogno di essere temperati.

Quanto alla stabilità, gli AA. l'hanno sperimentata col metodo degli urti, constatando una diminuzione del magnetismo residuo, che è in media di circa il 50 %, ma varia sensibilmente da un caso all'altro. Naturalmente, a complemento della ricerca, occorrerebbe studiare le proprietà di invecchiamento magnetico dei materiali esaminati.

G. V.

Misure.

HAUSRATH. — *Sui criteri per ben giudicare degli strumenti elettrici di misura.* — (E. T. Z., Vol. XXXIII, pag. 79, gennaio 1912).

Sarebbe veramente utile per la pratica, benchè in realtà assai difficile, poter stabilire con sicurezza dei criteri razionali per giudicare degli strumenti elettrici di misura, criteri che a proposito dei diversi fattori che entrano in giuoco si possono ad ogni modo dividere in due gruppi principali, a seconda che riguardano gli elementi meccanici costruttivi o gli elementi magnetici ed elettrici; dovremo quindi cercare di mettere in rilievo tali elementi mediante delle grandezze numeriche.

Per i dati del primo gruppo basta considerare lo strumento come un apparato meccanico a lettura diretta analogo a una bilancia a molla, non essendo il caso di considerare strumenti, come la bilancia elettrodinamica di Thomson, che col progresso della tecnica sono destinati a sparire; la prima condizione meccanica è allora che il sistema mobile raggiunga sicuramente la sua posizione di equilibrio senza essere ritardato o turbato da attriti, da sciacquo dell'asse sui cuscinetti e da cause simili; la entità dell'incertezza tollerabile per questa posizione di equilibrio può essere logicamente collegata coll'approssimazione della lettura della posizione dell'indice sulla scala, poichè evidentemente non avrebbe scopo una scala così finemente incisa da ridurre gli errori di lettura ad esser più piccoli di quelli dipendenti da un inesatto raggiungimento della posizione d'equilibrio: per fare astrazione dalla speciale divisione di scala adoperata esprimeremo in angolo la lettura e ci riferiremo all'errore limite relativo alla massima deviazione

$$f = -\frac{\Delta z}{z_m}.$$

coscicchè in una scala uniforme di ampiezza A_m l'errore relativo corri-

spondente a una lettura A sarà $\frac{A_m}{A}$ per scale non uniformi, nota la graduazione, sarà sempre facile dedurre l'errore relativo corrispondente a ogni lettura.

Esiste però in proposito anche un errore soggettivo, che rende difficile la definizione numerica della fiducia da accordare alla determinazione d'una deviazione, per quanto in generale maggiore di questo errore sia l'altro dovuto alla parallasse; per girare la difficoltà basta quindi ammettere una deviazione dalla direzione normale alla scala di un 10° , a meno che la scala stessa non sia posteriormente provvoluta d'uno specchio; in queste ipotesi si potrebbe allora parlare di *un errore massimo dipendente insieme dall'incertezza della posizione di equilibrio e dalla non esatta lettura Δx e di un corrispondente errore relativo $\frac{\Delta x}{x_m}$* .

Per strumenti da quadro da osservarsi a distanza entra anche in giuoco la visibilità dipendente dalla *lunghezza dell'indice* e dall'*ampiezza della graduazione*.

Altro fattore generalmente importante è *la rapidità con cui l'indice raggiunge la sua posizione di equilibrio e lo smorzamento*; teoricamente il caso più favorevole sarebbe quello limite dello smorzamento aperiodico, praticamente è in generale da preferirsi uno smorzamento minore, che mediante una lieve oscillazione intorno alla posizione di equilibrio garantisca che questo sia stato realmente raggiunto, mentre uno smorzamento maggiore è desiderabile quando si tratta della misura di una grandezza fortemente oscillante.

Il valore limite dell'errore Δx e quello dei corrispondente errore relativo hanno però un'importanza piuttosto transitoria e la loro conservazione al di sotto del limite stabilito dipende non meno dalla bontà del materiale e della costruzione che dal trattamento cui l'apparecchio viene sottoposto; per controllare eventualmente questa attitudine a resistere all'uso può l'apparecchio stesso essere sottoposto a una successione regolare d'urti meccanici; un miglior criterio per giudicare di tutto ciò può però esser dato dal *rapporto del momento torcente corrispondente alla deviazione massima al peso dell'equipaggio mobile*, poichè tanto maggiore è questo rapporto e tanto più è sicuro, a parità di altre condizioni, il raggiungimento della posizione di equilibrio.

Favorevole alla conservazione dell'esattezza della deviazione è anche in generale l'elasticità della costruzione dell'equipaggio mobile, in virtù della quale i cuscinetti sono meno esposti alle avarie, e anche al di fuori dell'entità del momento torcente è per sè già utile il piccolo peso del sistema mobile.

Entra poi in giuoco la bontà della costruzione, che appartiene però a quegli imponderabili non suscettibili di misura, ma soltanto di essere espressi dal prezzo dello strumento e dalla fama della casa che lo ha costruito.

Passando adesso alle proprietà elettriche, esse possono riguardare *la sensibilità, l'influenza della temperatura e quella dei campi esterni, e l'influenza delle condizioni di esercizio e della natura dei circuiti.*

La *sensibilità* non ha niente a che fare colla portata dello strumento, bensì invece col consumo di energia nello strumento stesso, che è convenientemente rappresentata dalla *potenza assorbita dallo strumento in corrispondenza alla deviazione massima*; questo elemento è però nella maggior parte dei casi insufficiente, perchè come nel caso per esempio di strumenti a bobina mobile l'avvolgimento della bobina è subordinato anche ad altre considerazioni, così che le diverse portate dello strumento sono ottenute mediante l'aggiunta di shunt, se si tratta di amperometri, e di resistenze addizionali, se si tratta di voltometri; a ben giudicare sono allora necessari due dati, cioè *la potenza assorbita nella bobina mobile in corrispondenza alla deviazione massima*, e inoltre *o la tensione ai morsetti della bobina stessa se si tratta di amperometri, o la corrente nella bobina se si tratta di voltometri*, sempre in corrispondenza ancora alla massima deviazione; così è possibile determinare per ogni portata dello strumento il consumo di energia.

Considerazioni analoghe son da ripetere per gli strumenti a ferro dolce, mentre è più complicato il problema per gli strumenti elettrodinamici e ad induzione, per i quali per ciascuna portata va separatamente calcolato il consumo di energia.

Per quanto riguarda *l'influenza della temperatura*, si comprende anzitutto che la variazione della temperatura esercita influenze sia di natura meccanica che elettrica, che possono anche esser fatte agire in senso inverso allo scopo appunto di compensarne gli effetti; si comprende anche che quando a raggiungere questa compensazione son necessarie resistenze con diversi coefficienti di temperatura parte in serie e parte in parallelo, questo va a detrimento della sensibilità: nel caso poi di milli-voltometri ed amperometri è necessario per giunta oltre che compensare l'influenza della temperatura nei riguardi del fattore di riduzione, compensarla anche nei riguardi della resistenza, affine di poter adoperare lo strumento accoppiato con shunt e con resistenze addizionali, compito che è assai difficile raggiungere in maniera soddisfacente.

In merito all'*influenza dei campi magnetici esterni* mentre i campi elettrostatici non danno in generale grave preoccupazione, grave disturbo possono recare i campi magnetici, così da rendere per esempio sensibilmente differenti perfino le indicazioni di due strumenti di precisione a bobina mobile non egualmente influenzati; gli strumenti per corrente alternata restano invece facilmente alterati nelle loro indicazioni dai campi magnetici sincroni che facilmente sono presenti nell'ambiente; come criterio discriminante in proposito può essere assunto il *massimo scartamento relativo della deviazione per la presenza di un gauss*, e ciò in quella posizione dello strumento rispetto al campo in cui l'influenza si faccia maggiormente sentire.

Per *influenze delle condizioni di esercizio* è da intendersi prima di tutto la *durata della inserzione*, per la quale può servire come criterio la *variazione relativa* $\frac{\Delta \alpha_m}{\alpha_m}$ *della deviazione massima dopo la*

chiusura del circuito: si tratta di un inconveniente che è specialmente sentito negli strumenti a filo caldo, ma che si presenta anche per esempio negli strumenti elettrodinamici a cagione della notevole energia che assorbono e quindi della notevole quantità di calore che si sviluppa; questo inconveniente è forse più del loro costo elevato la ragione della scarsa applicazione di questi apparecchi sui quadri.

Come dipendente ancora dalle *condizioni di esercizio* si presenta negli strumenti a corrente alternata l'*influenza della frequenza* per la quale può servire di criterio la *variazione relativa della deviazione in conseguenza d'una variazione della frequenza del 10 per cento in più o in meno*: a questa influenza è difficile sottrarre soprattutto gli strumenti ad induzione, dove la compensazione degli effetti della temperatura è talora favorevole alla maggior influenza della variazione della frequenza.

Strettamente connessa colla precedente è l'*influenza della forma della curva*, la quale sarebbe nulla quando il momento torcente fosse proporzionale al quadrato della corrente e quindi dipendente unicamente dal valore efficace, e insieme fosse indipendente dalla frequenza il fattore di riduzione: eccetto che per gli strumenti a ferro dolce la prima condizione è realizzata in tutti gli strumenti per corrente alternata, ma negli strumenti ad induzione l'influenza della frequenza sul fattore di riduzione può essere maggiore che l'influenza della frequenza sul momento torcente negli strumenti a ferro dolce, così da riuscire in alcuni casi più convenienti gli strumenti a ferro dolce che non quelli ad induzione: data la complicazione del problema è difficile trovare un criterio quantitativo semplice e di generale applicazione.

Limitatamente ai voltometri e ai wattometri elettrodinamici l'influenza della frequenza può essere determinata mediante la conoscenza della *resistenza* e del *coefficiente di autoinduzione* dei relativi circuiti voltometrici: nel caso però di tensioni elevate può entrare in giuoco anche la capacità.

Nei wattometri un'ulteriore causa di errore può esser data dalla produzione di *correnti vorticosse* nelle parti metalliche dello strumento per effetto della corrente che percorre il circuito amperometrico, influenza che diventa massima, quando tensione e corrente sono in quadratura, circostanza che permette di fissare in proposito come corrispondente criterio le *deviazioni del wattometro coi due circuiti sotto pieno carico quando tensione e corrente sono in quadratura*.

Spesso gli strumenti sono inseriti attraverso trasformatori di misura e in proposito basterà osservare che un errore sensibile sarà evitato nel sistema, quando, nel caso di amperometri o di circuiti amperometrici di wattometri sia piccola la tensione richiesta, e nel caso di voltometri o di circuiti voltometrici di wattometri sia invece piccola la

corrente assorbita; per controllare quindi in questo caso l'influenza della frequenza sarà necessario conoscere la *resistenza* e il *coefficiente di autoinduzione* tanto dei circuiti amperometrici che voltometrici.

Mediante questi criteri sono messi in opportuna evidenza tutte le condizioni essenziali cui devono soddisfare i comuni strumenti di misura, e l'utilità generale che se ne potrebbe ritrarre, qualora le case costruttrici fornissero normalmente i ragguagli numerici corrispondenti, anzichè limitarsi come fanno nei loro cataloghi a una sommaria descrizione, a una vista esterna dell'apparecchio ed al prezzo, dando soltanto eccezionalmente un fac-simile della scala e qualche indicazione sullo smorzamento e sulla approssimazione: non è però, almeno per il momento, probabile che questo concetto stia per essere attuato.

G. R.

Motori elettrici.

D. ROBERTSON: *L'isteresi nel rotore dei motori polifasi a induzione.* (The Electrician, 1911, vol. 68 pag. 12).

Se al moto del rotore di un motore polifase a induzione non si opponesse resistenza di sorta (coppia nulla), esso ruoterebbe alla velocità di sincronismo con l'asse magnetico coincidente con quello del campo. Se ora si suppone, che la coppia resistente, partendo da un valore iniziale zero vada man mano crescendo, deve accadere che l'asse magnetico del rotore resti indietro rispetto a quello del campo, producendosi così una coppia motrice, senza che ancora si verifichi uno scorrimento. Si ha in tal caso il *motore ad isteresi*, in cui non si verifica alcuna perdita magnetica nel rotore. Se la coppia resistente cresce al di là della massima coppia di isteresi, allora si verifica lo scorrimento ed in soccorso della coppia di isteresi viene la coppia dovuta alle correnti indotte.

Nel motore asincrono, come è noto, la potenza sottratta allo statore per mantenere il campo in rotazione è data dal prodotto della coppia per la velocità di rotazione del campo, laddove la potenza trasformata in lavoro meccanico è data dal prodotto della medesima coppia per la velocità di rotazione del rotore. Perciò qualunque mezzo per ridurre lo scorrimento produce un aumento di rendimento. E un mezzo consiste appunto nell'aumentare la coppia di isteresi, il che si può ottenere usando materiale di basso prezzo e di elevata isteresi nella costruzione del rotore. Ciò produce, è vero, un aumento nelle perdite suppletive dovute alla dentatura e richiede (per effetto della minor permeabilità dei materiali aventi isteresi elevata) una più intensa corrente magnetizzante nello statore. Ma l'A. ritiene che i vantaggi superino gli inconvenienti.

Considerando il motore ad isteresi sopra accennato l'A. ne enumera le proprietà, tra cui principali sono quelle di essere sincrono e di avviarsi da sè, e costruisce anche il diagramma vettoriale, che ne rappresenta il funzionamento. Ma la potenza specifica del motore ad isteresi è troppo bassa, perchè si possa pensare di farne un concorrente del motore asincrono. Infatti l'A. calcola che, anche usando materiali i quali presentino i massimi valori di isteresi finora noti, occorrerebbero alla frequenza di 50 periodi e per $B = 10.000$ da 11 a 16 dm.³ di ferro nel rotore per sviluppare la potenza di un cavallo-vapore. Un volume così grande di ferro esclude il motore ad isteresi dalle applicazioni industriali. Esso può usarsi solo in casi speciali (ad es. nei motorini sincroni degli oscillografi) e si può accrescerne l'efficienza facendo il rotore dentato con un dente per polo. Naturalmente questo aumento di efficienza è nullo all'avviamento ed in genere per qualunque velocità fuori del sincronismo.

G. V.

N. 8.**INDICE**

**dei più importanti articoli pubblicati nei periodici posseduti
dalla Biblioteca Centrale**

(Vedi elenco delle abbreviazioni usate per i periodici a pagina 93 del fascicolo 1.º)

Accumulatori e pile.

- *Note chimiche sugli accumulatori.* — J. HORSNELL MAY. — (El. Rev. L., 19 genn. 1912, Vol. 70, N. 1782, pag. 85).
- *Sottostazione con accumulatori a Hucknall Colliery.* — G. C. ALLINGAEM. — (El. Rev., L., 19 genn. 1912, Vol. 70, N. 1782, pag. 99).

Applicazioni diverse.

- *Il comando elettrico delle navi.* — WITTMACK. — (El. Krb. Ba., Mü., 4 genn. 1912, Vol. X, N. 1, pag. 7).
- *L'uso dell'elettricità nelle ferrovie.* — J. E. SAYERS. — (El. L., 19 genn. 1912, Vol. LXVIII, N. 15, pag. 587).
- *Principi generali dell'azionamento elettrico dei laminatoi.* — C. A. ABLETT. — (El. L., 12 genn. 1912, Vol. LXVIII, N. 14, pag. 540).
- *Notizie d'elettrotecnica nelle cave di diamanti nell'Africa meridionale.* — A. VAN DER HAM. — (E. T. Z., 1º febr. 1912, Vol. 33, N. 5, pag. 101).

Argomenti diversi.

- *La vendita dell'energia per forza motrice.* — L. PERRY. (El. W., N. Y., 6 genn. 1912, Vol. 59, N. 1, pag. 52).
- *Tariffa a forfait per motori agricoli.* — H. BÜGGELN. — E. T. Z., 4 genn. 1912, Vol. 33, N. 1, pag. 5).
- *Sull'imballaggio delle armature per trasporto ferroviario.* — S. LEES. — (El. Rev., L., 2 febr. 1912, Vol. 70, N. 1784, pag. 181).
- *Calcolo dei sollevatori magnetici.* — E. PFIFFNER. — E. T. Z., 11 genn. 1912, Vol. 33, N. 2, pag. 29).
- *Risultati della statistica delle centrali elettriche per l'anno 1909.* — L. ROSENBAUM. — (El. u. Masch., W., 25 febr. 1912, Vol. XXX, N. 8, pag. 164).

- *Quando la tariffa doppia è più conveniente per gli utenti di quella semplice.* — B. THIERRBACH. — (E. T. Z., 25 genn. 1912, Vol. 33 N. 4, pag. 83).
- *Sulle tariffe.* — H. SCHMITZ. — (E. T. Z., 8 febr. 1912, Vol. 33, N. 6, pag. 133).
- *Il commercio dell'Argentina coll'estero nel primo decennio del sec. XX con particolare riguardo all'elettricità.* — L. I. SIDLER. — (E. T. Z., 15 febr. 1912, Vol. 33, N. 7, pag. 160).
- *Utilizzazione della forza dell'alta e bassa marea.* — A. SPRINGE. — (E. T. Z., 15 febr. 1912, Vol. 33, N. 7, pag. 157).
- *Tariffe unitarie.* — K. UHL. — (E. T. Z., 28 dic. 1911, Vol. 32, N. 52, pag. 1317).
- *Le condizioni dell'industria nella vita economica tedesca.* — C. WALTHER. — (E. T. Z., 4 genn. 1912, Vol. 33, N. 1, pag. 15).
- *Sulla teoria della commutazione.* — K. PICHELMAYER. — (El. u. Masch., W., 7 genn. 1912, Vol. 30, N. 1, pag. 1).
- *Teoria della commutazione.* — F. NIETHAMMER. — (El. u. Masch., W., 21 genn. 1912, Vol. XXX, N. 3, pag. 55).
- *Sulla teoria della commutazione.* — K. PICHELMAYER. — (E. T. Z., 4 genn. 1912, Vol. 33, N. 1, pag. 3).
- *Relais trifasico.* — F. ZELINSKO. — (El. u. Masch., W., 14 genn. 1912, Vol. 30, N. 2, pag. 35).

Elettrochimica ed elettrotermica.

- *Catene di concentrazione con elettroliti ternari.* — J. E. H. GEISSLER. — (Z. El. ch., H., 15 febr. 1912, Vol. 18, N. 4, pag. 131).
- *Deposizione elettrica del carbonio dalle fiamme.* — B. THIEME. — (Z. El. ch., H., 15 febr. 1912, Vol. 18, N. 4, pag. 131).
- *Sullo spostamento degli ioni nell'elettrolisi.* — KALISCHER. — (T. T. Z., 18 genn. 1912, Vol. 33, N. 3, pag. 55).
- *Preparazione e costo dell'ossigeno puro per via elettrolitica.* — F. PETZ. — (E. T. Z., 11 genn. 1912, Vol. 33, N. 2, pag. 33).
- *Il potenziale degli elettrodi più importanti.* — F. AUERBACH. (Z. El. ch., H., 1 genn. 1912, Vol. 18, N. 1, pag. 13).
- *Sulla capacità delle valvole elettrolitiche nei sali fusi e in acido solforico assoluto.* — G. SCHULZE. — (F. El. ch., H., 1 genn. 1912, Vol. 18, N. 1, pag. 22).

Elettrofisica.

- *Nuovo impiego dei ferri magnetici.* — H. W. BRUNELL. — (El. W., N. Y., 27 genn. 1912, Vol. 59, N. 4, pag. 198).
- *Calcolo per la frequenza di mille scintille.* — SHUNKICHI KIMURA. — (El., L., 26 genn. 1912, Vol. LXVIII, N. 16, pag. 627).
- *Le linee di trasmissione termica nelle macchine elettriche.* — H. D. SYMONS e MILES WALKER. — (El., L., 26 genn. 1912, Vol. LXVIII, N. 16, pag. 622).

- *Raggi di scarica alla pressione atmosferica e a pressioni inferiori.* — E. P. LAIRD. — (Ph. Rev., N. Y., dic. 1911, Vol. XXXIII, N. 6, pag. 512).
- *Sulla teoria del rocchetto di Ruhmkorff.* — R. HIECKE. — (El. u. Masch., W., 28 genn. 1912, Vol. XXX, N. 4, pag. 69).
- *Carta logaritmica per calcolare la frequenza e la lunghezza d'onda nei circuiti oscillanti.* — R. M. MARVIN. — (El. W., N. Y., 13 genn. 1912, Vol. 59, N. 2, pag. 99).

Generatori elettrici.

- *Problema del regolaggio della tensione nelle dinamo a corrente continua.* — W. G. MEROWITZ. — (El. W., N. Y. 6 genn. 1912, Vol. 59 N. 1, pag. 41).
- *Raddrizzatore per piccole potenze.* — P. STEIN. — (E. T. Z., 18 genn. 1912, Vol. 33, N. 3, pag. 56).
- *Misura delle perdite per attrito nell'aria delle dinamo omopolari.* — B. v. UGRIMOFF e K. SCHOENFER. — (El. u. Masch., W., 4 febr. 1912, Vol. XXX, N. 5, pag. 99).
- *La applicazione del diagramma di Gorges agli avvolgimenti.* — G. RASCH. — (E. T. Z., 4 genn. 1912, Vol. 33, N. 1, pag. 7).
- *Un nuovo metodo per isolare le bobine delle macchine ad alta tensione.* — K. PERLEWITZ. — (El. L., 19 genn. 1912, Vol. LXVIII, N. 15, pag. 595).
- *Processi di compensazione nelle macchine simmetriche polifasiche.* — L. DREYFUS. — (El. u. Masch., W., 14 genn. 1912, Vol. 30, N. 2, p. 25).

Illuminazione.

- *Ricerche fotometriche sulle lampade a vapori di mercurio.* — J. POLE. — (E. T. Z., 15 febr. 1912, Vol. 33, N. 7, pag. 153).
- *La percezione dei colori alla luce artificiale.* — T. E. RITCHIE. — (El., L., 19 genn. 1912, Vol. LXVIII, N. 15, pag. 593).

Impianti.

- *Difetti d'isolamento.* — A. T. BULLEN. — (El. Rev., L., 26 genn. 1912, Vol. 70, N. 1783, pag. 159).
- *Equipaggiamento elettrico di un grande gruppo di edifici commerciali.* — H. C. MEYER. — (El. W., N. Y., 13 genn. 1912, Vol. 59, N. 2, p. 91).
- *Il ghiaccio come produzione secondaria delle centrali.* — S. F. WALKER. — (El. W., N. Y., 3 febr. 1912, Vol. 59, N. 5, pag. 241).
- *Il nuovo impianto idroelettrico della « Northern California Power Company ».* — R. V. van NORDEN. — (El. W., N. Y., 3 febr. 1912, Vol. 59, N. 5, pag. 237).
- *Le trasmissioni d'energia elettrica.* — H. MARCHAND. — (Cos. P., 15 febbraio 1912, anno, 61, N. 1412, pag. 176).
- *Isolatori per altissime tensioni.* — E. ALESSANDRI. — (Riv. tec. d'El., 22 febr. 1912, N. 1558, pag. 116).

- *Nuovi dispositivi per la congiunzione di fili.* — C. EGNER. — (E. T. Z., 2 genn. 1912, Vol. 33, N. 4, pag. 84).
- *Impianto di distribuzione della centrale municipale di Plauen i. V.* — F. HUBER. — (E. T. Z., 1 febr. 1912, Vol. 33, N. 5, pag. 116).
- *Irrigazione suburbana dell'impianto urbano.* — R. B. MATEER. — (El. W., N. Y., 13 genn. 1912, Vol. 59, N. 2, pag. 103).
- *La redditività dei grandi impianti.* — F. KESSELING. — (El. u. Masch., W., 21 genn. 1912, Vol. XXX, N. 3, pag. 49).
- *Moderni sistemi di distribuzione.* — H. PROBST. — (Elek., W., 10 gen., 1912, Vol. 31, N. 1, pag. 3).

Metodi e strumenti di misura.

- *Un calcolatore vettoriale.* — F. ADDEY. — (El. Rev., L., 26 genn. 1912, Vol. 70, N. 1783, pag. 156).
- *L'impiego del Voltcoulombometro sistema « Arnò » per il controllo del fattore di potenza nella misura industriale dell'energia elettrica.* — R. ARNÒ. — (Riv. tec. d'el., 15 febr. 1912, N. 1557, pag. 102).
- *Sui dati necessari per la valutazione degli strumenti di misura.* — H. HAUSPATH. — (E. T. Z., 25 genn. 1912, Vol. 33, N. 4, pag. 79).
- *Sulla misura dello slittamento.* — ANGERMANN. — (E. T. Z., 18 genn. 1912, Vol. 33, N. 3, pag. 60).
- *Un nuovo metodo d'analisi per curve di corrente alternata.* — K. PICHELMAYER e L. v. SCHRUTKA. — (E. T. Z., Vol. 33, N. 6, 8 febr. 1912, pag. 129).
- *Misura di alti numeri di giri mediante lo stroboscopio.* — J. SCHILLO. — (E. T. Z., 15 febr. 1912, Vol. 33, N. 7, pag. 159).
- *La prova magnetica dei lamierini.* — J. EPSTEIN. — (E. T. Z., 28 dic. 1911, Vol. 32, N. 52, pag. 1314).
- *L'influenza dei trasporti sulla taratura dei contatori a corrente alternata.* — C. C. PATERSON e A. KINNES. — (El., L., 2 febr. 1912, Vol. LXVIII, N. 17, pag. 668).
- *Tarature elettriche nel secondo distretto di New York.* — CH. F. HUNTER. — (El. W., N. Y., 20 genn. 1912, Vol. 59, N. 3, pag. 150).

Motori elettrici.

- *Una semplice formola per la capacità di sovraccarico del motore ad induzione.* — M. VIDMAR. — (El. u. Masch., W., 30 genn. 1912, Vol. XXX, N. 4, pag. 78).
- *L'influenza della dispersione sul diagramma del motore polifasico a collettore.* — A. THOMALEN. — (E. T. Z., 28 dic. 1911, Vol. 32, N. 52, pag. 1319).
- *Motori a corrente continua con poli di commutazione e magneti di ferro dolce.* — J. W. BURLEIGH. — (El. Rev., L., 5 genn. 1912, Vol. 70, N. 1780, pag. 4).
- *Corrente di commutazione dei motori in serie monofasici.* — K. SCHENFER. — (El. u. Masch., W., 31 dic. 1911, Vol. XXIX, N. 53, pag. 1087).

Motori primi.

- *Confronto economico fra le macchine a gas e le turbine a vapore.* — F. M. FARWELL. — (El. W., N. Y., 3 febr. 1912, Vol. 59, N. 5, pag. 246).
- *Motore Diesel per navigazione della Fabbrica Renana di Motori a gas* A. G. Benz e Co., Mannheim. — C. POHLMANN. — (E. T. Z., 25 genn. 1912, Vol. 33, N. 4, pag. 84).

Radiotelegrafia e radiotelefonìa.

- *Antenne ridotte per ricevere i radiotelegrammi meteoroligi.* — A. ROTHÉ — (Cos., P., 15 febr. 1912, anno 61, N. 1412, pag. 184).

Telegrafia, telefonia e segnalazioni.

- *Valore di alcuni sistemi telefonici automatici.* — O. DYRHAUGE. — (E. T. Z., 18 genn. 1912, Vol. 33, N. 3, pag. 64).

Trasformatori e convertitori.

- *La formazione di depositi negli olii da trasformatori.* — P. N. HOOPER. — El. Rev., L., Vol. 70, N. 1786, 16 febr. 1912, pag. 275).
- *Determinazione sperimentale del fattore di dispersione nei trasformatori.* — G. BENISCHKE. — (El. Krb. Ba., Mü., 14 febr. 1912, Vol. X, N. 5, pag. 83).

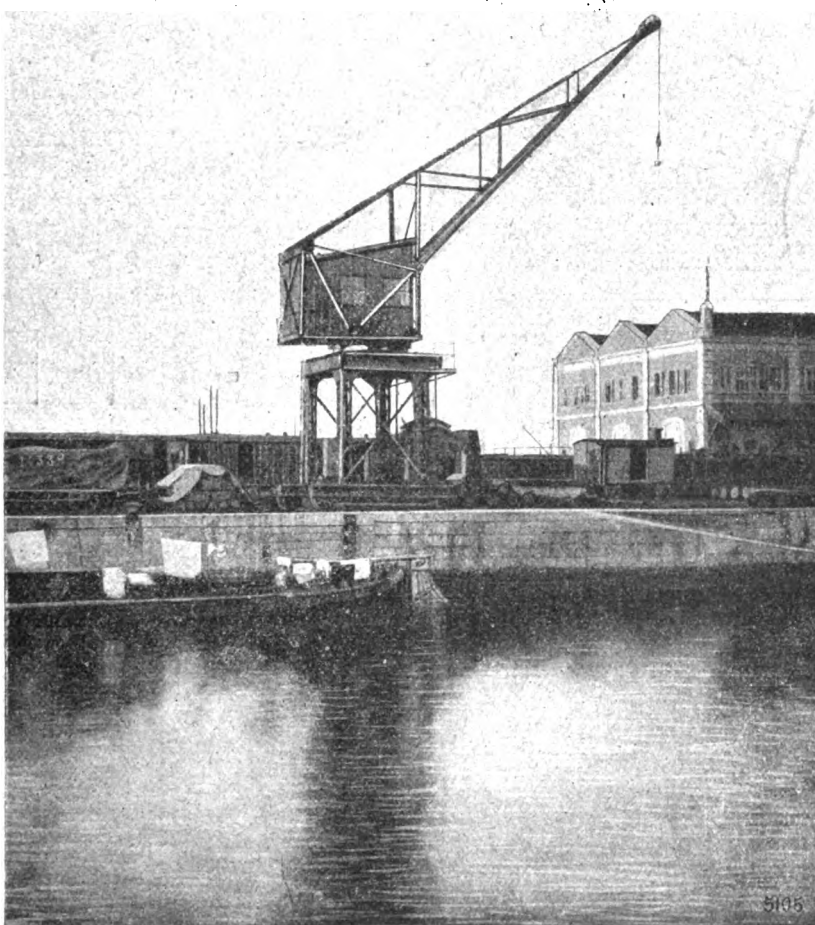
Trazione.

- *Sviluppo delle automotrici per ferrovie elettriche a corrente monofasica.* — W. KUMMER. — (E. T. Z., 12 febr. 1912, Vol. 33, N. 5 p. 109).
- *Ferrovia elettrica sul Popocatepetl (Messico).* — W. D. HORNADAY. — (El. W., N. Y., 3 febr. 1912, Vol. 59, N. 5, pag. 249).
- *Nuovi risultati ottenuti con traversine di cemento armato.* — BLOSS. — (El. Krb. Ba., Mü., 14 febr. 1912, Vol. X, N. 5, pag. 85).
- *Questioni di tariffe e le municipalizzazioni delle tramvie.* — STAHL. — (El. Krb. Ba., Mü., 14 febr. 1912, Vol. X, N. 5, pag. 81).
- *Nuovo tipo di traversine sulle ferrovie americane.* — BLOSS. — (El. Krb., Ba., Mü., 4 genn. 1912, Vol. X, N. 1, pag. 5).



SOCIETA' NAZIONALE DELLE OFFICINE DI SAVIGLIANO

Direzione, Via Genova 23, Torino - Officine in Savigliano e Torino



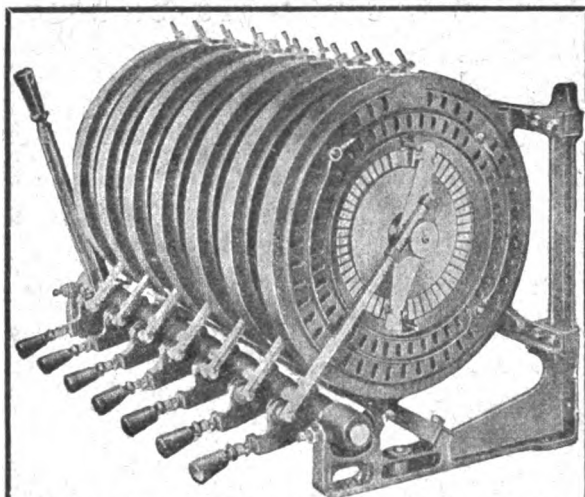
Gru girevole da Porto con Manovra Elettrica - Portata Kg. 3000 - Sbraccio 11,30

Macchine elettriche d'ogni tipo e potenza

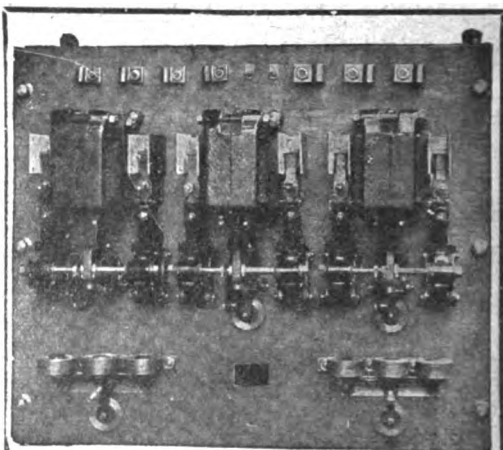
**Costruzioni elettromeccaniche - Gru - Argani - Verricelli
Condotte forzate - Pali a traliccio - Coperture metalliche**

Reostati - Avviatori - Regolatori

a mano ed automatici



Regolatore di luce per scena
a manovra per elementi e simultanea



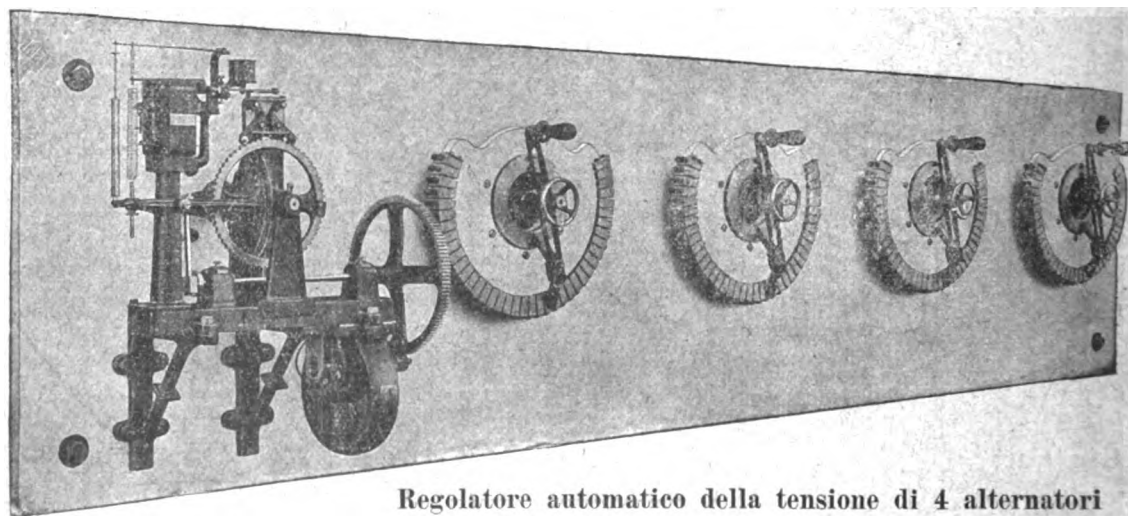
Avviatore automatico
per motore trifase comandante
una pompa centrifuga

Ing. S. BELOTTI & C. - MILANO

Telefono: 73-03

Corso P. Romana, 76-78

Telegrafo: INGBELOTTI



Regolatore automatico della tensione di 4 alternatori

REGOLATORI THURY-CUENOD

a regolazione istantanea per i più svariati casi di regolazione
di macchine e linee elettriche

Pubblicazione mensile.Conto Corrente con la Posta.**ATTI**

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

UFFICIO CENTRALE

Telefono 20-86Telegrammi ASSELITAMILANO, Via S. Paolo, 10

— Erecta in Ente Morale il 3 Febbraio 1910. —

*Premiata con: Diploma di benemerenza all'Esposizione di Crmo nel 1885 — Gran Fremio all'Esposizione di Saint Louis nel 1904 — Gran Premio all'Esposizione di Brescia nel 1910.***INDICE.**

N. 1. Résumé des Communications contenues dans la présente livraison	Pag. 405
» 2. Le recenti ricerche sui corsi d'acqua nelle Alpi francesi — Ing. G. ANFOSSI (Sezione di Genova)	» 407
» 3. Regime pluviometrico e regime fluviale nelle Alpi occidentali — Ing. G. ANFOSSI (Sezione di Genova)	» 423
» 4. Recensioni	» 461
» 5. Indice dei più importanti articoli pubblicati nei periodici	» 479
<i>Pubblicità Industriale da I a XII e da XIII a XXII</i>	

Le riviste che desiderano riprodurre qualcuno degli articoli qui stampati sono pregate di indicare che sono presi dagli Atti della A. E. I.

PROPRIETÀ LETTERARIA



MILANO
STUCCHI, CERETTI e C.
1912.

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

UFFICIO CENTRALE

MILANO = 10 - Via S. Paolo - 10 = MILANO

CONSIGLIO GENERALE

PRESIDENZA 1912-1914

Presidente LORI Prof. Ing. FERDINANDO — Padova;
Vice-Presidente BATTELLI On. Prof. ANGELO, Roma — LOMBARDI Prof. Ing. LUIGI, Napoli —
SEMENZA Ing. GUIDO, Milano;
Segretario Generale PARYOPASSU Ing. Prof. CARLO, Padova;
Vice-Segretario Generale BIANCHI Ing. ANGELO, Milano;
Cassiere BARBAGELATA Prof. Ing. ANGELO, Milano.

Consiglieri rappresentanti le Sezioni per il 1912.

BOLOGNA — Amaduzzi Prof. Lavoro, *Presidente* — Raffi Ing. Pasquale;
CATANIA — Fusco Ing. Francesco, *Presidente* — Carnazza On. Gabriello — Triconi Ing. Bonaventura;
GENOVA — Rumi Prof. Ing. Cav. Uff. A. Sereno, *Presidente* — Königshelm Ing. Sigismundo — Pugliese Ing. Augusto;
LIVORNO — Vivarelli Prof. Aristide, *Presidente* — Lodolo Ing. Cav. Alberto;
MILANO — Panzarasi Ing. Alessandro, *Presidente* — Bertini Ing. Angelo — Civita Ing. Domenico — Conti Ing. Comm. Ettore — Daioni Ing. Filippo — Penzi Ing. Febo — Gadda Ing. Giuseppe — Jona Ing. Emanuele — Motta Ing. Giacinto — Stucchi Prinetti Ing. Giacinto — Vannotti Ing. Ernesto;
NAPOLI — Lombardi Prof. Luigi, *Presidente* — Bonghi Cav. Ing. Mario — Curti Ing. Cav. Camillo Albino — Granafel Ing. Aslan — Vallauri Ing. Giancarlo.
PADOVA — Amati Ing. Giuseppe, *Presidente* — Milani Ing. Cav. Paolo;
PALERMO — Dina Prof. Ing. Alberto, *Presidente* — Buttafarri Ing. Gastano;
ROMA — Del Buono Ing. Ulisse, *Presidente* — Ascoli Cav. Prof. Moisè — Majorana Prof. Comm. Quirino — Mengarini Comm. Prof. Guglielmo — Piola Prof. Francesco;
TORINO — Tedeschi Comm. Inr. Vittorio, *Presidente* — Grassi Comm. Prof. Guido — Jarvis Ing. Tommaso — Ferraris Ing. Prof. Lorenzo — Guagno Ing. Enrico.

CONSIGLI DELLE SEZIONI.

BOLOGNA, Via Pietrafitta, 11 — *Presidente*: Amaduzzi Prof. Lavoro; *Vice-Pres.*: Donati Ing. Alfredo; *Segretario*: Palagi Ing. Torquato; *Cassiere*: Giannini Ing. Cleto; *Consiglieri*: Calzo Ing. Adolfo, Cesari Ing. Ettore, Martegazzini Ing. Giovanni, Novi Cav. Ing. Michelangelo.
CATANIA, Via Etna, 3/8 — *Pres.*: Fusco Ing. Cav. Francesco; *Vice-Pres.*: Boggioni Prof. Enrico; *Segretario*: Battaglia Ing. Mario; *Cassiere*: Carzoneri Ing. Donatone; *Consiglieri*: Colacurci Ing. Prof. Vincenzo, Fichetti Ing. G. B., D'Amico Ing. Prof. Giuseppe, Tonkowitz Ing. Francesco.
GENOVA, Via Interiano, 3-6 — *Pres.*: Rumi Prof. Ing. A. Sereno; *Vice-Pres.*: Ronco Prof. Ing. Nino; *Segretario*: Anfossi Ing. Giovanni; *Cassiere*: Capellini Cav. Vittorio; *Consiglieri*: Garibaldi Ing. Prof. Cesare, Galliano Ing. Salvatore, Dossmann Ing. Gustavo, Piaggio Ing. Carlo.
LIVORNO, Via Scali del Pesce, 2 — *Presidente*: Vivarelli Prof. Aristide; *Vice-Pres.*: Russell Ing. Cav. Angelo; *Segretario*: Dalmedico Ing. Gustavo; *Cassiere*: Catani Ing. Gualberto; *Consiglieri*: Vespignani Cav. Giuseppe, Vivarelli Ing. Virginio.
MILANO, Via S. Paolo, 10 — *Pres.*: Panzarasi Ing. Alessandro; *Vice-Pres.*: Marizzi Ing. Giacomo; *Segretario*: Campos Ing. Gino; *Cassiere*: Bianchi Ing. Angelo; *Consiglieri*: Arcioni Ing. Vittorio, Brioschi Ing. Franco, Belluzzo Ing. Prof. Giuseppe — Carcano Ing. E. Francesco — Piazzoli Ing. Emilio.
NAPOLI, Via Chiaia, 214 — *Presidente*: Lombardi Prof. Luigi; *Vice-Pres.*: Pizzuti Ing. Michele; *Segr.*: Missari Ing. Marino; *Cassiere*: Sugrè Ing. Achille; *Consiglieri*: Boubée Prof. Comm. F. C. Paolo, Ferrari Ing. Carlo, In loco Prof. Vincenzo, Liguori Ing. Pirro, Rizzo Prof. Saverio, Ruffolo Ing. Francesco.
PADOVA, Via Dante, 38 — *Presidente*: Amati Ing. Giuseppe; *Vice-Pres.*: Livi Prof. Ing. Ferdinando; *Segr.*: Levi Da Zara Dott. Mario; *Cassiere*: Turazza Prof. Giacinto; *Consiglieri*: Corinaldi Ing. Amedeo, Carazzolo Ing. Giuseppe.
PALERMO, Via Maqueda, 173 — *Presidente*: Dina Ing. Prof. Alberto; *Vice-Pres.*: Paziani Prof. Cav. Stefano; *Segretario*: Santangelo Ing. G. Battista; *Cassiere*: Mastrocchi Prof. Felice; *Consiglieri*: Arena Prof. Ing. Oreste, Orava Prof. Ing. Ella.
ROMA, Via delle Muratte, 70, (Palazzo dei Sabini) — *Presidente*: Del Buono Ing. Ulisse; *Vice-Pres.*: Revessi Ing. Prof. Giuseppe; *Segretario*: Carloti Ing. Aureo; *Cassiere*: Lattes Comm. Ing. Oreste; *Consiglieri*: Biagini Ing. Augusto, Bordoni Ing. Prof. Ugo, Corbino Prof. O. Mario, Di Piero Comm. Prof. Giovanni, Fano Ing. Guido, Faranda Cav. Ing. Alberto.
TORINO, Galleria Nazionale — *Pres.*: Tedeschi Comm. Ing. Vittorio; *Vice-Presidente*: N. N.; *Segretario*: Ing. Palestrino Carlo; *Cassiere*: Luino An. Irea; *Consiglieri*: Bisazza Ing. Cav. Giuseppe, Forster Ing. Paolo, Megardi Ing. Giuseppe, Rossi Prof. Andrea, Trasciatti Ing. Cav. Angelo, Valabrega Ing. Raffaele.

Presidenti antecedenti:

Prof. Comm. Galileo Ferraris (dal 27 Dicembre 1896 al 7 Febbraio 1897)
— Prof. Comm. Giuseppe Colombo (1897-1899) — Prof. Comm. Guido Grassi (1900-1902).
Prof. Comm. Moisè Ascoli (1903-1905) —
Ing. Cav. Emanuele Jona (1906-1908) — Ing. Prof. Luigi Lombardi (1909-1911).

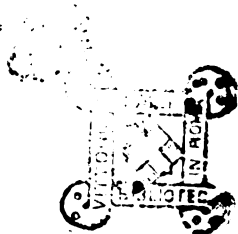
MEMBRI DEL COMITATO DI REVISIONE DELLE NORME.

Prof. Luigi Lombardi, *Presidente* — Ing. Fano Guido — Ing. Prof. Ferraris Lorenzo — Ing. Giacinto Motta — Ing. Pontiggia Luigi — Ing. Salvadori Riccardo — Ing. Bonghi Mario (Napoli) — Ing. Carazzolo Giuseppe (Padova) — Ing. Dal Medico Gustavo (Livorno) — Ing. Del Buono Ulisse (Roma) — Prof. Dina Alberto (Palermo) — Ing. Jona Emanuele (Milano) — Ing. Königshelm Sigismund (Genova) — Prof. Majorana Quirino (Roma) — Ing. Mariotti Salvatore (Bologna) — Ing. Morelli Ettore (Cons. Gen.) — Ing. Raffi Pasquale (Bologna) — Ing. Semenza Guido (Cons. Gen.) — Ing. Soleri Elvio (Torino) — Ing. Trossarelli Ottavio (Torino) — Sig. Uttili Giuseppe (Napoli) — Ing. Vannotti Ernesto (Milano) — Ing. Visnara Enrico (Catania).

ATTI
DELLA
ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA
UFFICIO CENTRALE - MILANO

N. 1.

RÉSUMÉ
DES CONFÉRENCES ET DES COMMUNICATIONS
CONTENUES DANS LA PRÉSENTE LIVRAISON



G. ANFOSSI. — Les recherches récentes sur les cours d'eau des Alpes Françaises.

Dans la présente Note on expose l'organisation du « Service d'études des grandes forces hydrauliques » dans la région des Alpes et l'on résume les principaux résultats obtenus, surtout au point de vue de la détermination des débits (débit d'étiage, débit caractéristique moyen et module) des cours d'eau les plus importants.

G. ANFOSSI. — Régime pluviométrique et régime fluvial dans les Alpes Occidentales.

Si l'on cherche le « coefficient de ruissellement », c'est à dire le rapport entre les débits et les précipitations, pour les cours d'eau des Alpes Occidentales, on trouve généralement des valeurs presque égales, on même supérieures, à l'unité. D'après Forel, ce résultat serait dû à l'existence de précipitations occultes échappant aux pluviomètres, c'est à dire à la condensation directe de la vapeur d'eau sur les surfaces froides (glaciers, neiges, etc.). Dans la présente note l'Auteur discute brièvement la question et exprime l'opinion que, sans vouloir nier l'influence de ces précipitations occultes, le désaccord paradoxal entre la proportion des débits et des précipitations serait plutôt à attribuer à l'insuffisance de nos connaissances pluviométriques. Dans les hautes régions des Alpes il doit exister

des zones à précipitations très élevées, ainsi que le prouvent aussi les récentes recherches de M. Mougin. Le concours des techniciens serait précieux pour recueillir de nouveaux documents à ce sujet, afin d'éclaircir nombre de questions du plus haut intérêt scientifique et pratique.

On examine ensuite les relations qualitatives entre le régime pluviométrique et le régime des cours d'eau alpins, dans le but surtout de montrer la variation progressive du régime fluvial à mesure que s'atténue l'influence de l'alimentation neigeuse et que celle des pluies par conséquent devient plus sensible.

N. 2.

LE RECENTI RICERCHE SUI CORSI D'ACQUA
NELLE ALPI FRANCESI

*Comunicazione fatta dal Socio Ing. G. ANFOSSI alla Sezione di Genova
il 28 febbraio 1912*

Fra i vari Paesi che si dividono il possesso della catena alpina, la Francia è stata degli ultimi ad intraprendere su vasta scala l'utilizzazione delle forze idrauliche contenute nei corsi d'acqua delle sue montagne.

Quando già nelle Nazioni vicine, e particolarmente in Italia, erano in fiore grandiosi impianti idroelettrici (basti ricordare quelli classici di Paderno e di Vizzola), nelle Alpi Francesi tali applicazioni erano ancora appena all'inizio.

Messasi però risolutamente su questa via da circa un decennio, la Francia riuscì in breve tempo a raggiungere anche in questo ramo un notevolissimo sviluppo. Anzi, per favorire il più possibile lo sfruttamento razionale di tale importantissimo cespite di ricchezza, i pubblici poteri vi hanno iniziato già da tempo lo studio sistematico delle grandi forze idrauliche in modo così metodico e completo che ben poco ha da invidiare a quanto di meglio si fa negli altri paesi.

I risultati di tali ricerche vengono raccolti in voluminose pubblicazioni (1) che, purtroppo, rimangono tra di noi troppo poco conosciute.

(1) MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE - ANNALES. — *Direction de l'hydraulique et des améliorations agricoles. Service d'études des grandes forces hydrauliques* (Région des Alpes). — Fascicule 32 - Tome I: organisation et comptes rendus des travaux, Paris, Imprimerie Nationale, 1905.

Tome II: Résultats des études et travaux. — Paris, Imp. Nat., 1905.

Tome III: Compte-rendu et résultats au 31 décembre 1907. — Paris, Dunot et Pinat, 1908.

Tome IV: Compte-rendu et résultats au 31 décembre 1910. — Grenoble, Rey, 1911.

— ANNALES: *Direction de l'hydraulique et des améliorations agricoles. — Comité d'études scientifiques.* — Fascicule 38. — Paris, Impr. Nat., 1908.

Avendo avuto occasione, per altre indagini, di farne uno studio, mi è sembrato che potesse valere la pena di riassumere nelle pagine che seguono i più notevoli di tali risultati, sia per l'interesse intrinseco che già fin d'ora essi presentano, sia come esempio ed incitamento a quanto si potrebbe fare, e non si fa, presso di noi.

Un decreto del Ministero d'Agricoltura ordinava nel 1903 lo studio delle grandi forze idrauliche nella regione delle Alpi, cioè nell'insieme di quel territorio che si stende dal Lago di Ginevra al Mediterraneo e dal Rodano alla frontiera italiana, e che occupa un'area di circa 57.000 Km². (1).

A tale scopo questo territorio veniva diviso in due grandi compartimenti comprendenti, l'uno il bacino dell'Isère ed i bacini secondari a nord e ad ovest di esso, l'altro il bacino della Duranza ed i bacini secondari ad ovest e a sud di esso, che venivano affidati rispettivamente a due tecnici competentissimi in materia: gli Ingegneri R. De la Brosse e R. Tavernier. Però nel 1909 essendo quest'ultimo passato ad altro dicastero, l'intero servizio dipende ora soltanto dall'Ing. De la Brosse.

Occorreva anzitutto, per avere un'idea esatta delle forze esistenti, conoscere i due elementi che entrano come fattori nella determinazione di tali forze, cioè le portate dei corsi d'acqua ed i loro dislivelli. Occorreva cioè da un lato misurare in vari punti appropriati le portate di tutti i corsi d'acqua di qualche importanza, e dall'altro eseguire delle accurate livellazioni lungo le loro valli.

Per poter poi giungere a scoprire le leggi che legano le portate alle vicende meteoriche ed alle condizioni fisiche dei bacini, ciò che in ultima analisi è anche uno degli scopi principali a cui debbono tendere le ricerche, occorre pure, come è ovvio, disporre di numerose osservazioni pluviometriche e nivometriche ed avere gli elementi che caratterizzano i singoli bacini (superficie, natura del suolo, vegetazione, ecc.).

Il programma delle ricerche è dunque così vasto che non poteva essere tutto svolto dal Servizio per lo studio delle grandi forze idrauliche, tanto più essendo questo dotato soltanto di mezzi finanziari assai modesti (1). Una parte dovette perciò essere affidata ad altri

(1) Recentemente un servizio analogo venne istituito anche nei Pirenei francesi e si progetta per l'avvenire di estenderlo ancora ad altre regioni.

(1) Nel 1909 la somma stanziata per la misura delle portate, col concorso di vari Ministeri, era di 37.000 fr., ridotti nel 1910 a soli 27.000.

uffici, salvo a determinare di comune accordo i criteri da seguire nelle ricerche. Così le osservazioni pluviometriche vengono eseguite dai servizi competenti (Ufficio Centrale di Meteorologia, Commissioni Dipartimentali, ecc.): si cerca solo di aumentare il numero delle stazioni ove occorre e di istituirne in quelle regioni ove mancano affatto, come si cerca di organizzare il servizio nivometrico che finora, si può dire, non esiste.

Le livellazioni poi vennero affidate al « Service du nivellement général de la France », ed intorno all'opera attivissima da esso prestata avremo occasione di far cenno in seguito.

In sostanza, al Servizio delle grandi forze idrauliche rimaneva come compito principale lo studio delle portate e le misure planimetriche dei bacini, nonchè il loro studio fisico.

Le superficie dei bacini, principali e secondari, vennero ottenute planimetrando le carte al 50.000 fornite dal « Service Géographique de l'Armée ». Tutte le misure vennero ripetute e controllate e si cercò di compensare i piccoli errori dovuti sia alle misure stesse che alle deformazioni della carta (1). L'approssimazione così ottenuta nella valutazione delle superficie è del 1/2 %, certamente superiore al grado d'esattezza della carta e più che sufficiente per lo scopo prefisso.

Attualmente queste operazioni planimetriche sono state eseguite, ed i risultati ne sono pubblicati, per quasi tutto il territorio considerato (cfr. fig. 4). Rimangono soltanto da planimetrare alcuni bacini minori tributari diretti del Mediterraneo. Sono interamente planimetrati i grandi bacini della Duranza, dell'Isère, dell'Arve ed i bacini minori tributari del Rodano.

Per ogni corso d'acqua di qualche importanza, e cioè pei fiumi principali e pei loro affluenti, viene data la superficie del bacino corrispondente a molti punti successivi del suo corso, e ciascuna di queste superficie viene data pure scomposta in zone altimetriche di 500 metri d'altezza, per es. tra 0 e 500 m., tra 500 e 1000, ecc.: il tutto poi espresso sia in valore assoluto che come valore percentuale rispetto all'area dell'intero bacino.

Trattasi dunque di un insieme di dati morfometrici, elaborati con criteri rigorosamente uniformi, che tornano preziosi per lo stu-

(1) Per rendere meno sensibile quest'ultima causa d'errore le misure vennero eseguite tutte su una speciale tiratura delle carte fatta su fogli indeformabili.

dio comparativo dei vari bacini e che possono prestarsi a molte indagini di varia natura.

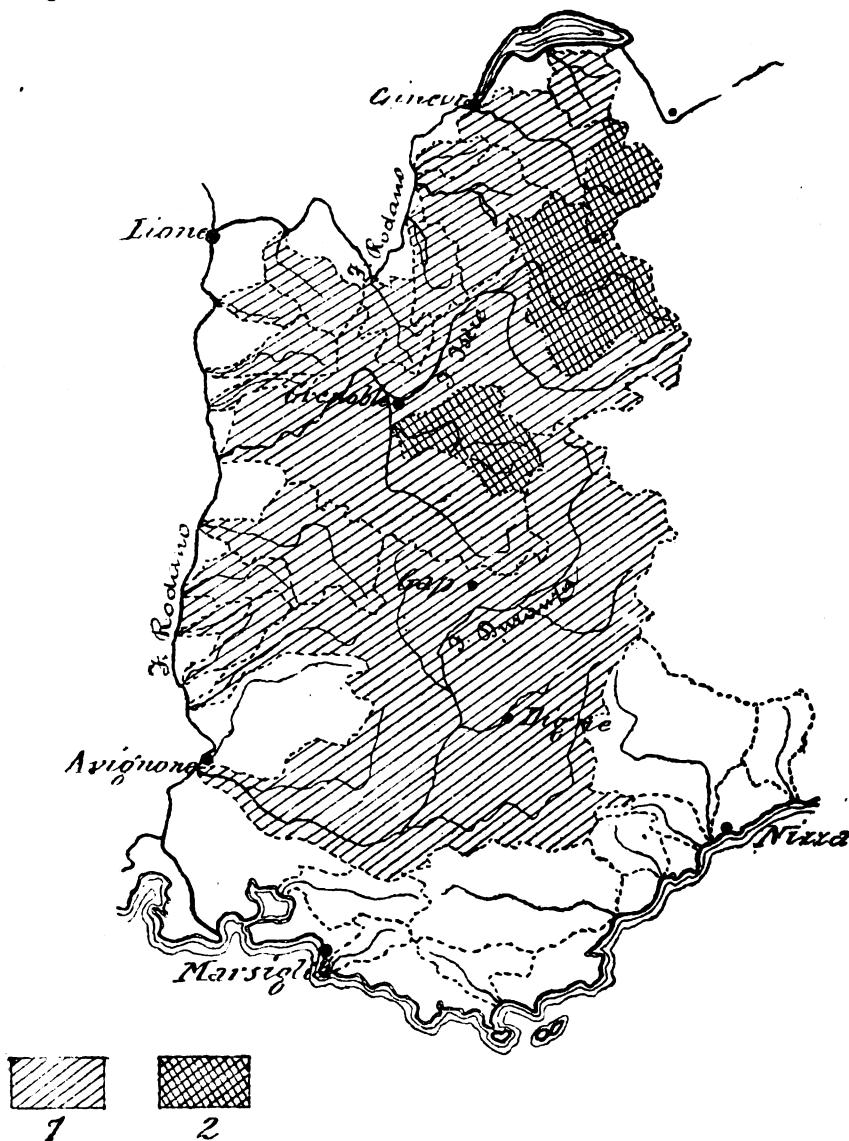


Fig. A — 1. Regioni di cui sono pubblicati i dati planimetrici e le carte al 200.000.
2. » » » » le carte al 50.000.

Per tutti i bacini di cui sono pubblicati i dati planimetrici viene pure data una carta d'insieme al 200.000. Ma oltre a queste l'Ufficio ha intrapreso la pubblicazione di carte speciali al 50.000 che me-

ritano una menzione speciale perchè costituiscono quanto di meglio si ha ora in Francia al riguardo, pur senza raggiungere ancora la perfezione ottenuta dalle carte di altri paesi vicini, come per esempio da quelle svizzere.

Tali carte al 50000 sono esse pure divise per bacini e ne sono attualmente pubblicate 8, comprendenti i bacini superiori dell'Isère e dei suoi affluenti (Arly, Doron de Bozel), della Romanche e del suo affluente Vénéon, e dell'Arve (cfr. fig. A), ma la serie verrà continuata in avvenire.

Esse sono fondate, naturalmente, sui migliori materiali forniti dal « Service Géographique de l'Armée », ma vennero dove occorreva modificate ed aggiornate, talchè possono a buon diritto considerarsi come documenti cartografici di prim'ordine. L'idrografia vi è segnata in azzurro, i boschi in verde, l'orografia in bistro a tratteggio e sfumo: vi sono però molto chiaramente indicate le isoipse di 500 in 500 metri, che corrispondono alle valutazioni planimetriche. Inoltre vi sono pure segnate le divisioni dei vari bacini parziali e sono messe in evidenza per mezzo di segni speciali le stazioni idrometriche e pluviometriche e le officine idrauliche di qualche importanza, coll'indicazione delle rispettive potenze minime e massime e degli usi a cui l'energia è prevalentemente destinata.

Lo studio delle portate comprende due serie di osservazioni ben distinte: anzitutto delle misure idrometriche eseguite in apposite stazioni ed in modo continuativo, indi delle misure dirette di portata per potere in seguito tradurre in portate le altezze idrometriche osservate.

Alla fine del 1910 le stazioni idrometriche erano circa 180 e si cercava di aumentarne ancora il numero. Esse sono distribuite lungo i vari corsi d'acqua in punti appropriati e le letture vi si fanno di norma una volta al giorno e sempre alla stessa ora. Per tener conto delle oscillazioni giornaliere e periodiche del pelo d'acqua, a cui vanno soggetti la maggior parte dei fiumi alpini e che sono dovute all'ineguale fusione delle nevi e dei ghiacciai nelle varie ore del giorno, si deve scegliere l'ora dell'osservazione in modo che il fiume si trovi allora nel suo stato medio, o quando si sceglie un'ora diversa, apportare alla lettura una correzione appropriata. Inoltre in caso di piene irregolari dovute alle piogge le letture devono farsi parecchie volte al giorno in modo da avere con qualche approssimazione un'idea dell'andamento della piena e specialmente del suo massimo.

Naturalmente, nonostante queste cautele, le semplici osservazioni idrometriche non bastano a dare un'idea veramente completa del regime del corso d'acqua. E' perciò che si cerca di estendere il più possibile l'uso di apparecchi registratori (limnografi): alla fine del 1910 tali stazioni erano già in numero di 33.

Per ogni stazione idrometrica occorre poi fare una numerosa serie di misure dirette di portata, in modo da avere con sufficiente sicurezza la scala delle portate per tutte le altezze del pelo d'acqua.

Per tali misure lo strumento adoperato è generalmente il mulinello (tipo Ott): solo in casi affatto eccezionali si è potuto stabilire uno stramazzo. I dispositivi adottati per poter eseguire le misure variano naturalmente da stazione a stazione a seconda delle circostanze locali: nella maggior parte dei casi si ricorre a semplici passerelle fisse o mobili gettate attraverso al corso d'acqua, e, per fiumi di notevole larghezza, a barche. In qualche caso speciale si ricorse anche ad altri artifizi: per es. a Ponsonnas, dove il Drac scorre entro una gola profonda, si dovette fare l'impianto di una navicella sospesa ad un cavo aereo gettato attraverso alla gola.

Per la taratura dei mulinelli, al fine di evitare di doverli mandare frequentemente all'estero come si faceva prima, venne istituita a Grenoble un'apposita stazione sperimentale consistente essenzialmente in una piattaforma mobile situata sopra uno specchio d'acqua stagnante ed alla quale per mezzo di un motore elettrico si possono imprimere diverse velocità di rotazione. Alla periferia della piattaforma, dove si dispongono i mulinelli da tarare, la velocità lineare si può far variare da pochi centimetri fino a 5 metri al secondo.

Attualmente si posseggono già le scale delle portate per un gran numero di stazioni. Le curve e le tabelle relative, come pure i dati delle esperienze che hanno servito per stabilirle, sono riprodotti nelle pubblicazioni accennate, nelle quali si trovano pure le planimetrie e le descrizioni particolareggiate di parecchie stazioni tipiche.

Una delle maggiori difficoltà incontrate in queste misure di portata deriva dalla grande variabilità dell'alveo di molti corsi di acqua, ciò che obbligherebbe a variare continuamente la scala delle portate. Si è cercato, naturalmente, di istituire per quanto possibile le stazioni idrometriche in località dove l'alveo fosse stabile o potesse ridursi tale con relativa facilità; ma la cosa non è sempre possibile. In molti casi si è ridotti a rifare a brevi intervalli

tutte le misure di portata per cambiare periodicamente la scala. Talune stazioni anzi, in ragione dell'estrema variabilità dell'alveo, dovettero perfino venir abbandonate.

I dati idrometrici e di portata raccolti coi criteri ora detti sono poi destinati ad essere pubblicati: è questa anzi la parte sostanziale delle pubblicazioni fatte dal Servizio delle grandi forze idrauliche. Nei volumi finora usciti si trovano i dati completi di oltre 60 stazioni.

Viene data giorno per giorno l'altezza idrometrica osservata e la portata corrispondente, nonché il riassunto di ciascuna annata ed un riassunto speciale per ogni inverno — la stagione invernale costituendo solitamente l'epoca delle magre. In questi riassunti viene, fra l'altro, messo in rilievo il numero di giorni in tutto l'anno nei quali le altezze idrometriche, e quindi le portate, hanno variato entro certi determinati limiti: per es. per quanti giorni il pelo d'acqua si è mantenuto fra le altezze H_1 e H_2 , fra H_2 e H_3 , ecc., e per conseguenza le portate hanno oscillato tra Q_1 e Q_2 , tra Q_2 e Q_3 , ecc.

Secondo le definizioni adottate dal Congresso del Carbone bianco tenuto a Grenoble nel 1902 si è convenuto di chiamare:

portata caratteristica di magra (che noi, tanto per intenderci, chiameremo semplicemente *portata di magra*) quella al disotto della quale il corso d'acqua non discende per più di dieci giorni all'anno, non importa se consecutivi o no;

portata caratteristica media (che noi per semplicità diremo soltanto *portata caratteristica*) quella al disotto della quale il corso d'acqua non discende per più di 180 giorni all'anno, consecutivi o no.

In altre parole, la portata caratteristica è quella che è assicurata per almeno metà del tempo, e la portata di magra è quella al disotto della quale il fiume non scende che in via affatto transitoria, cioè per non più di dieci giorni all'anno.

Importa naturalmente di non confondere la portata caratteristica col *modulo*, che rappresenta la *media aritmetica effettiva* degli stati del fiume durante tutto l'anno, tenendo cioè conto anche delle piene, dalla cui considerazione invece la portata caratteristica prelude. Questa è perciò sempre inferiore al modulo.

Per gli impianti idraulici che utilizzano corsi d'acqua perenni e dove le piene passano di solito inutilizzate, i dati più interessanti

sono quelli della portata di magra e della portata caratteristica: onde è appunto la determinazione di queste due portate che costituisce lo scopo primo delle ricerche idrometriche.

Per gli impianti a serbatoio invece, che mirano alla raccolta delle acque di piena, deve esser preso in considerazione anche il modulo. In ogni caso questi tre elementi numerici: portata di magra, portata caratteristica e modulo, come pure i loro rapporti, servono assai bene a dare un'idea del regime di un corso d'acqua, sufficiente per gli scopi industriali.

Il materiale fin qui pubblicato, per quanto assai copioso, è naturalmente ancora troppo scarso per permettere uno studio completo intorno alle portate ed al regime dei vari corsi d'acqua, tanto più che tale studio dovrebbe essere accompagnato da varie altre indagini intorno alle precipitazioni, alla natura litologica dei terreni, allo stato della vegetazione, ai ghiacciai, ecc.; indagini che in molti punti sono ancor da iniziare o lo sono soltanto parzialmente.

Però siccome per parecchi corsi d'acqua si possiede ormai un settennio di osservazioni accuratissime, ritengo non sarà del tutto privo d'interesse, non fosse che a titolo di documento, riassumere qui appresso alcuni dei risultati finora ottenuti, specialmente per mettere in rilievo i tre dati caratteristici di portata.

Esprimeremo in modo uniforme tali dati in litri a secondo per chilometro quadrato di bacino.

L'ubicazione approssimativa delle stazioni indicate nella tabella seguente si può desumere dalla unita cartina (fig. B).

N. d'ordine	Corso d'acqua	Stazione d'osservazione	Periodo d'osservazione	Altitudine della stazione m.	Superficie del bacino Km. ²	Litri al secondo per Km. ²			RAPPORTI		
						portata di magra (m)	portata caratteristica (M)	modulo (μ)	M m	μ M	μ m
BACINO DELLA DURANZA											
1	Duranza . . .	Embrun . . .	1904-09	780	2291	4.9	14.3	20.4	2.92	1.43	4.15
2	» . . .	Roussel . . .	1905-09	651	3591	5.5	12.8	18.9	2.33	1.48	3.44
3	» . . .	Sisteron . . .	1904-09	454	6316	5.2	13.5	17.1	2.60	1.27	8.29
4	» . . .	Mirabeau . . .	1904-09	928	11917	4.3	10.5	13.4	2.44	1.28	3.12
5	Guil	Abriès	1904-09	1539	90	0.0	8.4	20.7	∞	2.46	∞
6	Chadoulin . .	Allos	1904-09	1405	31	13.5	24.1	27.7	1.78	1.15	2.05
ALTO BACINO DELL'ISÈRE											
7	Doron de Bozel	Moutiers . . .	1903-09	474	668	9.0	18.8	32.0	2.09	1.70	3.56
8	Isère	Moutiers . . .	1903-09	473	907	12.4	19.8	29.7	1.60	1.50	2.39
9	»	Rhonnaz . . .	1903-07		1888	13.7	20.5	25.4	1.50	1.24	1.85
10	»	La Sône . . .	1904-09	156	10157	8.1	21.4	25.9	2.64	1.21	3.20

N. d'ordine	Corso d'acqua	Stazione d'osservazione	Periodo d'osservazione	Altitudine della stazione	Superficie del bacino	Portata di magra (m)	Portata caratteristica (M)	Modulo (γ)	RAPPORTI		
									M	γ	m
				m.	Km. ²	Litri al secondo per Km. ²					
BACINO DELL'ARC											
11	Are	Thermignon .	1905-09	1285	359	3.2	12.3	25.0	3.84	2.03	7.82
12	»	Hermillon . .	1903-09	511	1490	8.3	15.7	34.2	1.89	2.18	4.13
BACINO DELLA ROMANCHE											
13	Romanche . .	Villard d'Arcne	1905-09	1642	68	2.3	8.4	31.0	3.65	3.69	13.5
14	»	Gran Clot . .	1905-09	1325	169	4.6	14.3	30.0	3.11	2.10	6.52
15	»	Bourg d'Oisans	1904-09	718	684	5.0	19.9	33.2	3.98	1.67	6.65
BACINO DEL FIER											
16	Fier	Dingy	1906-09	514	221	8.0	20.6	39.0	2.56	1.89	4.88
17	»	Brogny	1904-09	440	414	4.9	13.5	20.1	2.75	1.49	4.1
18	Chéran	Pont de Bange	1906-09	538	267	3.8	14.9	28.1	3.93	1.89	7.4
19	»	Rumilly	1904-09	309	396	5.1	21.3	36.6	4.76	1.51	7.2
BACINO DELL'ARVE											
20	Ménoce	Bonne	1905-09	488	140	3.1	12.4	21.6	4.1	1.75	7.0

Come appare da questa tabella, nel bacino della Duranza (cfr. N. 1 - 4) le portate di magra si aggirano intorno a 5 litri per Km.² e per secondo, mentre le portate caratteristiche e ancor più i moduli vanno gradatamente diminuendo man mano che si scende la valle verso le regioni calde ed asciutte della Provenza, questi ultimi passando da 20 a 13 litri.

È interessante il confronto fra i due bacini del Guil a Abriès e del Chadoulin a Allos (N. 5 e 6), ambedue di piccolissima estensione e situati a grande altitudine. Il Guil gela d'inverno, onde la portata di magra è praticamente nulla; inoltre esso presenta nelle portate degli scarti enormi. Il Chadoulin invece, il cui bacino è naturalmente regolato dal lago di Allos (è anzi questo un bell'esempio dei vantaggi che potrebbero ottenersi da un'appropriata sistemazione), ha un regime notevolmente costante, con una portata caratteristica che è quasi uguale al modulo e una portata di magra che raggiunge ancora la metà di esso.

I bacini dell'Arc e della Romanche (N. 11 - 12 e 13 - 15) mostrano bene il fatto caratteristico d'una progressiva regolazione del regime del corso d'acqua man mano che ci allontaniamo dalle sorgenti. Alle grandi altitudini (Thermignon, Villard d'Arène) sotto l'influenza dei prolungati freddi invernali le magre scendono al valore bassissimo di $2 \div 3$ litri. Più in basso invece, per l'azione compensatrice del bacino, le magre raggiungono i $5 \div 8$ litri, mentre progressivamente aumentano pure le portate caratteristiche e i moduli.

In condizioni molto favorevoli si trova il bacino dell'Isère (numeri 7 - 10), che offre un regime relativamente costante. Le magre si aggirano intorno ai 10 litri e le portate caratteristiche intorno ai 20, mentre i moduli stanno tra i 25 e i 30.

Il bacino del Fier (N. 16 - 19) ha un regime alquanto diverso dagli altri e che dovrebbe venir particolarmente studiato, anche in rapporto con le precipitazioni. La scarsità delle magre del Chéran a Pont de Bange (N. 18) è dovuta alla grande permeabilità del terreno (calcarei fessurati).

In linea generale, e per quel poco che questi dati permettono di concludere, si vede dunque che nelle Alpi francesi — se si eccettuano le regioni molto elevate ed a suolo molto permeabile — le magre stanno di solito tra 5 e 10 litri per Km.² e per secondo, le portate caratteristiche tra 10 e 20 litri, i moduli tra 20 e 30.

Vi è poi uno spiccato accenno ad una maggiore abbondanza di acqua man mano che da sud si va verso nord, cioè dalle Alpi Ma-

rittime verso il gruppo del Monte Bianco ; ciò che è anche in dipendenza col regime delle precipitazioni.

Il compito di fare le livellazioni lungo i corsi d'acqua alpini era stato, come si è detto, affidato al « Service du nivellement général de la France », che lo spinse con grande alacrità, d'accordo col Servizio delle grandi forze idrauliche. Nel giugno 1910 la lunghezza delle livellazioni eseguite nella regione delle Alpi superava i 2600 Km.

Queste livellazioni hanno il duplice scopo di fornire gli elementi per la pubblicazione dei profili longitudinali dei corsi d'acqua e di permettere l'impianto di numerosi capisaldi in immediata vicinanza dei corsi d'acqua stessi e in tutti i punti interessanti, in modo cioè che possano servire come facili e sicuri punti di riferimento quando occorra fare un progetto di massima o procedere ad un rilievo di dettaglio di una data zona.

I profili finora pubblicati coprono una lunghezza complessiva di 663 Km. e comprendono tutto il bacino dell'Arc e l'alto bacino dell'Isère (cfr. fig *B*). Essi si riferiscono non soltanto ai corsi d'acqua principali, ma a tutti i loro affluenti e subaffluenti che possono presentare qualche interesse pratico.

La scala delle lunghezze è, uniformemente per tutti i profili, di 1 : 50.000; quella delle altezze varia da 1 : 100 a 1 : 5000 a seconda delle pendenze.

Sulle tavole vengono indicate le distanze parziali e progressive, le quote altimetriche di moltissimi punti (in decimetri, e le più importanti in centimetri), la pendenza media del pelo d'acqua per ciascun tronco, la data del rilevamento e il nome dell'operatore, e tutte le particolarità interessanti (ponti, officine, confluenti, capisaldi, stazioni idrometriche, prese d'acqua, ecc.). Per ciascun caposaldo viene anche dato uno schizzo che ne indica l'esatta posizione, in modo da renderne facilissimo il rinvenimento.

Inoltre per ogni bacino principale è data una tavola riassuntiva, a scala minore, nella quale vengono raccolti e collocati a posto i profili di tutti gli affluenti e subaffluenti, onde ne riesce assai comodo lo studio comparativo. Queste tavole costituiscono anche dei preziosi documenti per ricerche morfologiche sui singoli bacini.

Le livellazioni — ed i profili — vengono di solito spinti verso monte fino ad altezze variabili tra i 2000 e i 2500 metri, a seconda dei casi.



Fig. B. — Corsi d'acqua dei quali son pubblicati i profili.

Infine devesi anche accennare al prezioso contributo recato agli studi sui ghiacciai.

I ghiacciai costituiscono il principale alimento dei corsi d'acqua alpini e debbono a buon diritto venir considerati come dei veri serbatoi d'energia e dei regolatori del regime fluviale. Lo studio delle loro variazioni e la ricerca delle leggi che le governano presentano dunque un altissimo interesse anche per la tecnica.

L'Amministrazione forestale francese, col concorso del Servizio delle grandi forze idrauliche, e d'accordo con quanto si va facendo anche da altre persone e da altri enti (particolarmente dal Vallot e dalla Commissione internazionale dei ghiacciai), ha iniziato, già da parecchi anni, delle indagini particolareggiate su taluni gruppi di ghiacciai delle Alpi Francesi, indagini che proseguono tuttora in modo veramente sistematico e completo ed i cui risultati sono solo parzialmente pubblicati (fasc. 38).

In Savoia le ricerche sono affidate ai signori Mougin e Bernard e comprendono i seguenti ghiacciai:

GRUPPO DEL MONTE BIANCO: *Gl. du Tour, Gl. d'Argentière, Gl. des Bossons, Gl. de Bionnassay, Gl. de Tré-la-Tête*;

ALTA MORIANA: *Gl. des Sources de l'Arc, Gl. du Mulinet, Gl. du Grand-Méan, Gl. d'Arnès*;

TARANTASIA: *il ghiacciaio di Gébroulaz*, nel gruppo del Polset, al confine tra la Tarantasia e la Moriana.

Per tutti questi ghiacciai vengono date delle planimetrie a grande scala (1:6000; 1:7500; 1:12.000), appositamente rilevate, comprendenti tutta la parte inferiore del ghiacciaio e la regione circostante in modo da servire anzitutto per lo studio delle variazioni di quello. Proseguono frattanto le operazioni per il rilevamento completo di taluni grandi ghiacciai le cui carte verranno date in seguito.

Nelle planimetrie pubblicate le isoipse sono tracciate di 10 in 10 metri e soltanto sul terreno, non sul ghiacciaio. Vi è però segnata molto esattamente la posizione della fronte del ghiacciaio nelle varie annate, come vengono indicati, in planimetria ed in profilo, i successivi spostamenti degli allineamenti di picchetti di vario colore stabiliti attraverso al ghiacciaio allo scopo di studiarne i movimenti. Appositi diagrammi sintetizzano poi le osservazioni fatte intorno ai cambiamenti di livello del ghiacciaio e le variazioni, accertate o presumibili, della sua lunghezza, dal 1820 in poi.

Nel testo sono inoltre raccolti, con grande ampiezza, tutti i dati numerici relativi alle osservazioni effettuate, i dati storici riguardanti antiche osservazioni, vedute e fotografie antiche e recenti, ecc. Tutto un insieme, insomma, di documenti preziosissimi che permetteranno col tempo uno studio d'insieme veramente completo e documentato sulle variazioni dei ghiacciai considerati.

Pei ghiacciai del Delfinato le ricerche vengono condotte specialmente dai sigg. *Fhusin, Jacob e Martin* e comprendono il gruppo del Pelvoux e quello, ad esso contiguo, delle Grandes-Rousses.

I ghiacciai studiati sono, oltre a quelli del *gruppo delle Grandes-Rousses*, quello di *Vallouise*, del *Mont de Lans*, *de la Selle*, e parecchi altri.

Per alcuni di essi vennero già pubblicate delle importantissime monografie e delle magnifiche carte a grande scala.

Concludendo, ci sia lecito augurare che queste ricerche di glaciologia e di idrologia, così importanti sotto tanti punti di vista, possano ricevere anche da noi quello sviluppo che dagli studiosi e dai tecnici è urgentemente richiesto.

N. 3.REGIME PLUVIOMETRICO E REGIME FLUVIALE
NELLE ALPI OCCIDENTALI

*Comunicazione fatta dal Socio Ing. G. ANFOSSI alla Sezione di Genova
il 28 Febbraio 1912*

La relazione che passa tra le precipitazioni atmosferiche e il regime d'un corso d'acqua costituisce uno dei problemi più difficili dell'idrologia. La sua soluzione presuppone non soltanto l'esatta determinazione — essa stessa ben difficile da ottenere — delle precipitazioni che cadono in tutto un bacino e delle portate del corso d'acqua, ma ancora la nozione di molti altri elementi: la morfologia delle singole parti del bacino (specialmente l'orientazione e la ripidità dei suoi versanti), la natura litologica dei terreni che lo costituiscono, la vegetazione che lo ricopre, le condizioni di temperatura, l'esistenza o meno di nevai e ghiacciai, ecc.

L'interesse grandissimo che queste questioni presentano deriva non soltanto dalla loro notevole importanza scientifica pei molteplici problemi di fisica terrestre che vi sono implicati, ma anche dal fatto che quando si fosse giunti a stabilire con qualche approssimazione le leggi che legano le precipitazioni alle portate fluviali per taluni bacini, sarebbe possibile prevedere per altri bacini in condizioni analoghe, morfologicamente e litologicamente noti, non soltanto lo andamento qualitativo delle portate nelle varie epoche dell'anno, ma anche il loro valore quantitativo, servendosi dei soli dati udometrici e senza bisogno di misure dirette di portata. Ora siccome tali misure sono enormemente più difficili e costose delle semplici osservazioni pluviometriche, si capisce subito tutta la portata pratica e l'interesse anche economico che queste ricerche vengono ad offrire.

In alcuni Paesi vicini, come in Francia e in Svizzera, le ricerche idrometriche vanno, già da anni, orientandosi esplicitamente in questo senso ed è veramente da deplorare che nel nostro, dove pure l'utilizzazione delle forze idrauliche è destinata a rappresentare un così notevole elemento di prosperità nell'economia nazionale, poco o nulla di positivo si sia fatto al riguardo.

Se anche noi vogliamo limitare le nostre considerazioni al semplice rapporto numerico tra la quantità d'acqua convogliata da un fiume e l'acqua meteorica cadente nel rispettivo bacino, rapporto che diremo *coefficiente di deflusso*, dobbiamo aspettarci di trovare dei risultati assai diversi tra bacino e bacino, appunto in dipendenza della diversità di condizioni detta più sopra. In ogni caso però, siccome l'acqua meteorica, oltre che all'alimentazione del fiume, deve sopperire alla quantità, sempre considerevole, che va evaporata, a quella che si infiltra nel terreno e che non è più restituita dalle sorgenti, a quella fissata dalla vegetazione, ecc., si può prevedere che tale rapporto sarà sempre assai basso. E questo può dirsi qualunque sia il modo di alimentazione del corso d'acqua, perchè anche là ove esso traesse precipuamente origine da sorgenti o da ghiacciai, l'alimentazione in ultima analisi deriverebbe sempre dalle precipitazioni atmosferiche.

Se ora noi cerchiamo di valutare questo rapporto per alcuni corsi d'acqua delle Alpi Occidentali — di questi soli intendiamo occuparci nel presente scritto, ma considerazioni analoghe potrebbero farsi verosimilmente anche per quelli del rimanente della catena alpina — ci troviamo di fronte ad un risultato inaspettato.

È noto che il *Forel* [1] (1) paragonando la portata del Rodano all'uscita del Lago di Ginevra col volume di acqua meteorica cadente nel rispettivo bacino imbrifero, trovò che la prima eccede la seconda di circa l'11 %. Effettuando poi lo stesso computo pel Rodano del Vallese a Colombey, prima dello sbocco nel lago, giunse ad un risultato perfettamente concordante: l'eccesso delle portate sulle precipitazioni è qui del 10 %.

Il *Forel* spiega questo risultato paradossale ammettendo che avvenga una diretta condensazione del vapor acqueo alla superficie dei corpi freddi: i ghiacciai che occupano nel bacino del Rodano un'estensione notevole (circa $\frac{1}{8}$ dell'intero bacino), la neve che ri-

(1) I numeri chiusi fra parentesi quadre [] rimandano all'elenco bibliografico che si trova in fine della presente nota.

copre la campagna durante l'inverno, i laghi ed i torrenti glaciali d'estate. Tale condensazione, che naturalmente sfugge alla misura dei pluviometri, dovrebbe esser tale da compensare non solo le perdite per evaporazione, infiltrazione, ecc., ma da dare ancora un sensibile contributo alle portate fluviali.

Un'indagine analoga a quella fatta dal Forel pel Rodano venne istituita dal *Fantoli* [2] pel Ticino. Considerando il deflusso all'uscita del Lago Maggiore e l'acqua meteorica cadente nel rispettivo bacino, egli ottenne che la prima rappresenta il 90 % della seconda. E considerando a parte il bacino del solo Lago di Lugano trovò pure, con buona concordanza, che il rapporto tra l'afflusso e la precipitazione è l'89 %. Siccome questa piccola differenza ($10 \div 11\%$ dell'acqua meteorica) non basta a sopperire alle diverse perdite, e principalmente all'evaporazione, anche il Fantoli inclina ad ammettere che abbiano luogo delle precipitazioni occulte.

A titolo di documento si può anche ricordare che la stessa ricerca fatta da *Pestalozza e Valentini* [4] per l'Adda, per quanto in modo più sommario, diede per risultato che la perdita per evaporazione ed assorbimento rappresenta appena il 14 % dell'acqua meteorica (1).

È parso a me che fosse interessante ripetere la stessa indagine anche per altri corsi d'acqua delle Alpi Occidentali. Non potendo istituirla per i fiumi del versante piemontese mancandomi assolutamente dati attendibili di portata, dovetti contentarmi di farla per taluni del versante savoiardo, utilizzando a questo scopo il copioso materiale pluviometrico già da me raccolto in precedenza per un altro mio studio ed i preziosi dati di portata che vengono regolarmente pubblicati dal Ministero francese d'Agricoltura [8].

Riassumo brevemente il metodo seguito ed i risultati ottenuti. La ricerca venne fatta:

- 1) per il bacino dell'Isère a Moutiers
- 2) » del Doron de Bozel a Moutiers
- 3) » dell'Arc a Hermillon.

(1) Si posseggono pure numerosi altri lavori intorno alle relazioni che intercedono tra le precipitazioni ed i deflussi, ma in generale sono quasi tutti diretti precipuamente a stabilire qual'è la massima piena che può aversi con determinate precipitazioni, anzichè il regime medio. — Cfr. in proposito le Note di *Ponti* [5], *Gianlotti* [6], *Fornari* [7], nelle quali trovansi pure citati vari altri lavori precedenti sull'argomento.

In tutti e tre i casi si posseggono i dati completi di portata pel settennio 1903-1909. Per stabilire in che relazioni potessero essere le portate di questo settennio colla portata media di un lungo periodo di tempo si cercò di paragonare le precipitazioni del settennio 1902-1908 (anzichè 1903-09 per tener conto in qualche modo del ritardo dovuto all'azione delle sorgenti ed alla fusione delle nevi) colla precipitazione media di un periodo di 25 anni, dal 1884 al 1908. A tale scopo si utilizzarono una diecina di stazioni sparse per tutto il bacino dell'Arc e dell'Isère e che possedevano serie complete di osservazioni, ma i risultati ottenuti da tale confronto non sono molto netti: in quasi tutte le stazioni la media 1902-08 differisce pochissimo dalla media 1884-1908 (dal 3 al 5 %, talvolta in più, tal'altra in meno); due stazioni soltanto accusano nel settennio 1902-08 una precipitazione media sensibilmente minore di quella del venticinquennio 1884-1908 (13 e 16 % in meno). La questione quindi non sembra ben chiarita, o tutt'al più sembra doversene concludere che le precipitazioni del 1902-1908 furono in talune regioni alquanto inferiori alle precipitazioni normali e in altre pressochè uguali. Nell'incertezza si ritenne senz'altro che le precipitazioni del 1902-08 — e quindi anche le portate del 1903-09 — fossero prossimamente uguali a quelle normali (1).

La precipitazione media nei singoli bacini si calcolò prendendo le precipitazioni medie — opportunamente ridotte per renderle comparabili tra di loro — di tutte le stazioni aventi serie d'osservazioni abbastanza lunghe e facendone semplicemente la media aritmetica (2).

I risultati sono riassunti nella tabella seguente:

(1) Supponendole invece alquanto minori, l'anomalia che riscontremmo nel risultato diverrebbe ancor più accentuata, ma qualitativamente la conclusione non cambierebbe.

(2) Si sarebbe dovuto a rigore attribuire a ciascuna stazione un peso diverso a seconda dell'estensione di territorio che vi corrisponde. Ma i dati sono così scarsi e malsicuri che questa ulteriore complicazione di calcolo non avrebbe per nulla reso più attendibile il risultato: il quale del resto non pretende che ad un valore puramente dimostrativo.

	Bacino dell'Isère a Moutiers	Bacino del Doron de Bozel a Moutiers	Bacino dell'Arc a Hermillon
Superficie del bacino Km. ²	907	668	1490
Portata media mc — sec.	26.79	21.34	50.95
Lama d'acqua corrispondente (Q) m/m	931	1006	1079
	Moutiers 746 m/m	Pralognan 929 m/m	Modane 609 m/m
	Aime 629 »	Planay 777 »	Esseillon 430 »
	Bourg St. Maurice 806 »	St. Martin de Belleville 806 »	St. Jean de Maurienne 709 »
Stazioni pluviometriche utilizzate e relative precipitazioni medie	Picc. San Bernardo 1603 »	Moutiers 746 »	Fort du Télégraphe 659 »
	S. to Foy 826 »		Valmeinier 651 »
	Val d'Isère 843 »		Lanslebourg 630 »
			Moncenisio 1067 »
			Bessans 683 »
			Bonneval 1104 »
Precipitazione media nel bacino (P) . . . m/m	919	814	738
Rapporto $\frac{Q}{P}$	1.02	1.24	1.41

Certo non dobbiamo dissimularci quanto siano imperfetti e grossolani i materiali adoperati in questo computo, e quindi anche i risultati ottenuti. Tuttavia, anche senza attribuir loro un valore quantitativo preciso, non sfuggirà il loro significato qualitativo: il fatto' cioè che la quantità d'acqua convogliata dal fiume risulta sempre uguale o maggiore della precipitazione.

Questo risultato è in buon accordo con quelli citati più sopra pel Rodano, pel Ticino e per l'Adda. Sembrerebbe quindi doversene concludere che nelle Alpi Occidentali i deflussi dei fiumi rappresentano in generale una quantità d'acqua maggiore, o di ben poco inferiore, all'acqua meteorica.

La stranezza di questo fatto apparirà ancor più evidente se lo si mette a confronto con quanto venne ottenuto in altri bacini fluviali, particolarmente per alcuni grandi fiumi dell'Europa Centrale, pei quali è molto ben noto sia il regime fluviale che il regime delle precipitazioni, tanto più essendo queste ultime poco differenziate da luogo a luogo.

Cito, a semplice titolo di documento, alcuni esempi, fra i non molti casi studiati:

MOSELLA: secondo dati ufficiali [9], relativi al decennio 1891-1900, il rapporto tra il deflusso e la precipitazione in vari punti successivi il bacino risulta:

a Epinal	48 %
a Millery	15 %
a Treveri	12 %

ELBA: secondo le ricerche di *Ruwarac* [10], relative al periodo 1876-1890, la massa annua di pioggia nel bacino boemo dell'Elba è di 35,29 Km.³, di cui l'Elba evacua soltanto Km.³ 9,80. Il rapporto quindi risulta del 27,6 %.

ODER: secondo *Penck* [11] la precipitazione nel bacino dell'Oder a Neusalz è di 645 mm., mentre la quantità d'acqua convogliata dal fiume corrisponde ad una lama di soli 180 mm., con un rapporto cioè del 28 %.

OKA (Russia) [12]: secondo le ricerche di *Heintz*, membro della spedizione *Tillo* che compì studi idrologici particolareggiati in varie parti della Russia Europea, il rapporto del deflusso alle precipitazioni sarebbe del 30 %.

SENIZA e BISTRITZKA (Moravia; affluenti della Wsetiner Beczwa-March-Danubio) [13]: secondo ricerche speciali compiute in occasione degli studi pel canale dal Danubio all'Oder, il rapporto del deflusso alle precipitazioni, nell'anno 1904, risultò del 42 % per la Seniza e del 28 % per la Bistritzka. Notiamo, incidentalmente, che trovandosi i due bacini in condizioni topografiche, geologiche e climatologiche affatto simili, questa diversità di comportamento viene attribuita all'influenza dei boschi, che occupano nel bacino della Bistritzka un'estensione molto maggiore che in quello della Seniza.

Inoltre si può ancora ricordare che secondo un computo fatto dal Keller [14] per vari bacini fluviali dell'Europa Centrale, il deflusso rappresenta in media il 37,5 % delle precipitazioni.

La stessa ricerca fatta dal Fritsche [15] per ben 52 bacini fluviali sparsi in tutto il mondo diede per risultato che il deflusso rappresenterebbe il 30 % delle precipitazioni. Il Murray, esaminando soltanto 33 bacini, trovò invece il 22 %, mentre il Woeikoff (1) dal canto suo dà il 25 %.

Per quanto poco sicuri e poco comparabili tra di loro possano essere tutti questi dati — ed altri ancora se ne potrebbero aggiungere, che non sono sostanzialmente diversi — un fatto sembra però emergere in modo non dubbio, e cioè che il deflusso restituisce soltanto una frazione relativamente piccola (grossolanamente potrebbe dirsi dell'ordine di $\frac{1}{3}$ od $\frac{1}{4}$) dell'acqua meteorica (2).

Naturalmente trattasi qui soltanto di valori *medi*, perchè, come ben si capisce, questo rapporto varia moltissimo non soltanto da luogo a luogo, ma anche da epoca a epoca (così per es. sarà maggiore d'inverno che d'estate, maggiore nelle piene che nelle magre, ecc.) (3): ma è appunto sui valori medi che noi intendiamo ragionare.

(1) Citati dal WAGNER [18], Vol. II.

(2) Fra i fiumi italiani si potrebbe ancora citare l'esempio dell'Astico presso Vicenza, che ha un bacino di 622 Km² nel quale le precipitazioni possono ritenersi note con sufficiente approssimazione. Il DE MARCHI [17] trovò, come valori del coefficiente di deflusso, 0.312 pel periodo 1893-1900, e 0.446 pel periodo 1901-1904, quest'ultimo dato essendo verosimilmente affetto da errore; onde inclina ad ammettere come media un valore di 0.35.

(3) Nei periodi stessi di piena, nei quali come ben si capisce il valore del coefficiente di deflusso è sempre assai elevato, si constatano differenze sensibilissime a seconda delle stazioni. Possono citarsi, a titolo di esempio, i risultati ottenuti dal TAVERNIER [19] per la Saona: nella piena del

Ora, come conciliare questo risultato con quello che abbiamo trovato nei corsi d'acqua delle Alpi Occidentali, dove invece il deflusso sembra superiore, o di pochissimo inferiore, alle precipitazioni?

Abbiamo visto che il Forel spiega questa anomalia ammettendo che avvenga una diretta condensazione del vapor acqueo alla superficie dei corpi freddi, in maniera tale da sfuggire alla misura dei pluviometri. Ma, per quanto grande sia l'autorità dell'illustre scienziato, è lecito domandarci se veramente nel nostro caso gli effetti siano corrispondenti alla causa.

Qualitativamente è certo che il fenomeno avviene, e potrebbe anche avere un'influenza non trascurabile; ma *quantitativamente* manchiamo di elementi di fatto sufficienti per permetterci di valutarne l'entità (1). Sembra però strano, a priori, che esso possa

luglio 1882 si è trovato che il deflusso del fiume a Lione durante 15 giorni equivaleva ad una lama d'acqua dello spessore di 69 mm. su tutto il bacino, mentre l'altezza media dell'acqua meteorica nello stesso periodo di tempo fu di 129 mm., con un coefficiente di deflusso quindi del 53.5 %. Invece, nella piena del dicembre 1882 - gennaio 1883 si ebbe analogamente che il deflusso equivaleva ad una lama d'acqua di 122 mm., mentre l'acqua meteorica fu di 135 mm., cosicchè il coefficiente di deflusso raggiunse il valore elevatissimo del 90 %.

(1) Dopo i lavori del FOREL e del FANTOLI, quest'ipotesi che le precipitazioni occulte entrino per una parte importante nell'alimentazione dei fiumi alpini si trova ripetuta, senza discussione, in un grandissimo numero di altre pubblicazioni: però i dati sperimentali che possediamo in proposito sono finora assai scarsi. Secondo le esperienze del FOREL stesso e di C. DUFOUR, eseguite nel 1870 al Ghiacciaio del Rodano, all'altitudine di 1800 m., è risultata una condensazione oraria di mm. 0.05 per ogni grado sopra lo zero della temperatura di saturazione dell'aria ambiente (cfr. in proposito FOREL [1], FANTOLI [3]). Supponendo quindi col Forel che l'aria abbia il punto di saturazione a 3°, valore che è piuttosto elevato, si avrebbe sulle superfici ghiacciate una condensazione di mm. 0.15 all'ora: ma naturalmente trattasi di un dato variabilissimo e che in questo caso è piuttosto un massimo, onde non se ne potrebbe tener conto che per periodi di tempo assai brevi. Se, errando certamente molto in eccesso, vogliamo ammettere che la condensazione avvenga in questa misura per 10 ore al giorno e per 200 giorni all'anno, ciò corrisponderebbe appena ad una precipitazione annua di 300 mm. (naturalmente sulle sole aree ghiacciate), il che sarebbe ancora ben poco per valercene a spiegare l'anomalia accennata. Un contributo assai maggiore all'alimentazione dei corsi d'acqua sarebbe dato invece dalla fusione dei ghiac-

aver luogo in misura tale da fornire in certi casi ai corsi d'acqua un'alimentazione dello stesso ordine di grandezza, o magari superiore, a quella fornita dalle ordinarie precipitazioni, come sarebbe necessario ammettere per spiegare i fatti più sopra riferiti.

Perciò, senza voler menomare l'influenza che queste precipitazioni occulte possono avere caso per caso, parmi piuttosto che la causa vera dell'accennato disaccordo tra le precipitazioni ed i deflussi dei corsi d'acqua delle Alpi Occidentali sia da ricercarsi in un altro ordine di idee, e cioè nell'insufficienza dei dati udometrici in base ai quali vengono calcolate le precipitazioni dei singoli bacini alpini (1).

Sta il fatto che nella regione alpina le stazioni udometriche sono assai scarse e si trovano per la massima parte localizzate in fondo alle valli principali: appena cinque o sei stanno sulle vette, e tutte in corrispondenza di valichi (Moncenisio, Gran San Bernardo, ecc.). Ora, come ho mostrato altrove (2), nelle Alpi Occiden-

ciali dovuta allo sviluppo di calore latente per effetto della condensazione del vapor acqueo; ma anche questo fattore non sembra sufficiente. Riuscirebbero, in ogni modo, preziosissime delle esperienze più precise intorno a queste varie questioni, tanto che si potesse valutare con qualche approssimazione l'entità e l'efficacia di tali condensazioni occulte.

Ricorderemo, infine, come a questo stesso fenomeno si tenda ora ad attribuire un'influenza considerevole per l'alimentazione delle falde acque sotterranee. (cfr. anche su quest'argomento GOLTARA [20]).

(1) Posso pure citare a questo riguardo un interessante esempio relativo all'Appennino, che mi viene cortesemente segnalato dal collega Ing. Buffa. Nella parte superiore del bacino dell'Enza, venne pure trovato pel rapporto tra i deflussi e le precipitazioni un valore maggiore dell'unità (1,16). Non esistendo nella regione ghiacciai nè nevai, le precipitazioni occulte debbono, in ogni caso, essere affatto trascurabili: è giocolforza quindi ammettere che nelle parti più alte del bacino, per le quali non si hanno osservazioni pluviometriche, le precipitazioni raggiungano dei valori assai più elevati.

(2) Per tutto quanto concerne la distribuzione delle precipitazioni rimando il lettore ad una mia memoria particolarmente dedicata a questo argomento (*La pioggia in Piemonte e nelle Alpi Occidentali*) che vedrà prossimamente la luce nelle « *Memorie Geografiche* », edite a Firenze dal Dott. G. DAINELLI come supplemento alla *Rivista Geografica Italiana*. — Nella stessa raccolta e sulla stessa questione vennero già pubblicati due lavori analoghi, uno del Dainelli stesso (*Carta delle piogge nella regione toscana*, 1908) ed uno dello scrivente (*La pioggia nella regione ligure*, 1911) ed altri sono in preparazione per la Lombardia ed il Veneto. Ma

tali le valli (per lo meno nel tratto formato dalle Alpi Cozie, Graie e Pennine) costituiscono delle particolari regioni dotate di scarsissime precipitazioni (sempre meno di 800 mm. e talora anche meno di 600 mm.). Le poche stazioni situate sui valichi poi, per le loro particolari condizioni topografiche e climatiche, hanno dati alquanto sospetti e presumibilmente errati in difetto: in ogni modo le loro medie variano tra 800 e 1600 mm., aggirandosi in generale intorno a poco più di un metro.

Calcolando le precipitazioni in un dato bacino sulla base di questi materiali c'è dunque da aspettarsi d'avere un risultato inferiore al vero. Per sfuggire a questo errore sistematico occorrerebbe avere dei dati precisi intorno alle precipitazioni che avvengono sui fianchi e sulle vette dei monti, dati che invece — tolti quelli di cui diremo or ora — mancano purtroppo completamente. Effettivamente, basterebbe supporre che nell'alta montagna esistano zone dove le precipitazioni siano molto abbondanti per far sparire lo stridente disaccordo tra i deflussi e le precipitazioni.

Un forte argomento a favore di quest'ipotesi ci è dato da alcune recenti ricerche eseguite nelle Alpi francesi dal sig. *P. Mougin*, Ispettore forestale a Chambéry, per conto di quell'Amministrazione delle Acque e Foreste; ricerche sulle quali, in vista del loro altissimo interesse, converrà trattenerci alquanto diffusamente (1).

L'apparecchio adoperato è uno speciale pluviometro immaginato dal *Vallot*, Direttore dell'Osservatorio del Monte Bianco, e dal *Mougin* stesso modificato. Esso (fig. 1) consta di un corpo cilindrico terminante a cono alla sua parte inferiore dove è adattato un rubinetto per vuotare il contenuto. Superiormente esso è chiuso da un coperchio pure a tronco di cono avente al suo centro un'apertura entro cui è innestato un corto tubo. È questa la bocca del

finora per le rimanenti regioni d'Italia non si posseggono studi completi intorno alla distribuzione delle piogge, tranne due, più sommari, del *TELLINI* per il Veneto (*Carta delle piogge nelle Alpi Orientali e nel Veneto*, « Atti R. Ist. Veneto di Sc. Lett. ed Arti, 1904-05) e del *DE GIORGI* per la Penisola Salentina (*La distribuzione della pioggia nella Penisola Salentina*, Lecce, 1908). — Per tutta l'Italia in generale, oltre ai lavori di climatologia (fra cui quello del *ROSTER*, *Climatologia dell'Italia*, Torino, 1909), può consultarsi con molto profitto la ponderosa memoria dell'*EREDIA* (*Le precipitazioni atmosferiche in Italia dal 1880 al 1905*, « Ann. R. Uff. Centr. Met. e Geod. », Vol. XXVII, parte I, Roma 1908).

(1) Debbo i più vivi ringraziamenti alla cortesia del sig. *Mougin* per avermi egli comunicati i dati e le informazioni che seguono.

pluviometro, alla quale il Mougin dà un diametro di 160 mm. che ritiene sufficiente perchè non venga ostruita dalla neve, ed il pezzo di tubo ha lo scopo di obbligare le gocce di pioggia a sgocciolare direttamente nell'interno evitando così che lambiscano tutta la parete interna del recipiente e che una parte ne vada dispersa per evaporazione.

Ma la caratteristica principale dell'apparecchio sta in ciò che esso è destinato a raccogliere e totalizzare le precipitazioni durante

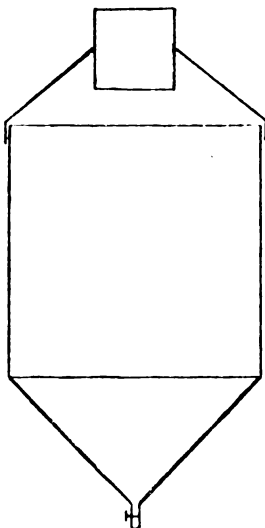


Fig. 1.

lunghi periodi di tempo — anche per un intero anno — rimanendo nel frattempo abbandonato a sè stesso e senza sorveglianza. Vi si colloca perciò dentro una certa quantità di cloruro di calcio, che essendo avidissimo di umidità discioglie immediatamente le precipitazioni nevose (1), ed un po' d'olio di vaselina che galleggiando impedisce l'evaporazione del contenuto.

La quantità di cloruro di calcio che è necessaria si stabilisce nel modo seguente. Affinchè tutte le precipitazioni nevose vengano

(1) Si ovvia così anche all'inconveniente che dei turbini di vento possano far uscire dall'apparecchio parte della neve che vi fosse precedentemente caduta.

assorbite occorre che la diluizione della soluzione sia tale che si abbia, in peso:

$$\frac{C_a Cl_2}{H_2 O} \geq 0,4$$

Una soluzione di questo titolo non si congela che a $-25^\circ C$; occorre dunque che questo grado di diluizione non venga raggiunto nemmeno nel più crudo dell'inverno. Ora a 0° l'acqua è satura quando contiene la metà del suo peso di cloruro di calcio. Se dunque diciamo:

x il peso di cloruro di calcio da introdurre, e quindi

$2x$ il peso d'acqua che serve per la soluzione a 0° ,

Q la quantità di precipitazione che si potrà avere presumibilmente nel più crudo dell'inverno e che occorre fissarsi a priori;

la relazione suddetta diventa:

$$\frac{x}{2x + Q} \geq 0,4$$

che serve per la determinazione di x .

Invece del cloruro di calcio ordinario ($Ca Cl_2 + 6 H_2 O$) si può usare con vantaggio del cloruro di calcio fuso disidratato, di cui occorre una quantità minore.

A titolo di informazione si può aggiungere che gli apparecchi usati dal Mougin, e che debbono contenere le precipitazioni di tutto un anno, hanno un diametro di 500 mm. e le altre dimensioni in proporzione, come allo schizzo. In ciascuno di essi vengono introdotti 6 Kg. di cloruro di calcio fuso disidratato, rotto in pezzetti, (unito alla quantità d'acqua necessaria per coprirlo, quantità che deve essere esattamente misurata), e mezzo litro di olio di vaselina.

Tali apparecchi, fissati sopra appositi sostegni in modo che la bocca si trovi ad essere a circa m. 1.20 sul suolo, vengono collocati in punti appropriati, ancorandoli solidamente al terreno, ed abbandonati senza sorveglianza. Soltanto a lunghi intervalli — per es. anche soltanto una volta all'anno — vengono ispezionati: se ne raccoglie allora il contenuto, che viene tosto misurato, tenendo naturalmente conto della quantità di cloruro di calcio, di olio di vaselina e di acqua che si era prima introdotta, indi si rimette dentro a

ciascun apparecchio la quantità occorrente di queste sostanze in modo che abbia da servire per una nuova misura (1).

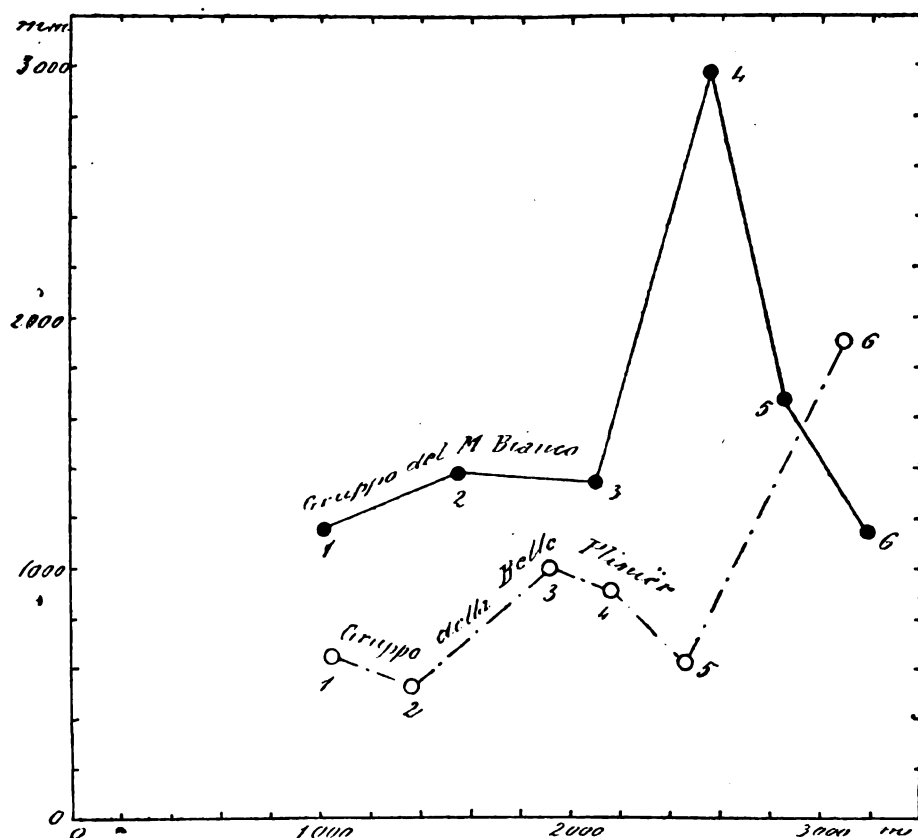


Fig. 2.

Con questi apparecchi il Mougin iniziò, già da vari anni e con ottimo esito, delle ricerche sistematiche in alcuni punti delle Alpi

(1) Per evitare che dei passanti ignoranti o malintenzionati possano evacuare il contenuto degli apparecchi, si consiglia anche di sostituire il rubinetto inferiore con un tappo a vite.

Sarà poi utile, in ogni modo, confrontare le indicazioni di uno di questi apparecchi con quelle di un ordinario pluviometro per accertarsi se sia necessario apportarvi delle correzioni; come sarebbe opportuno studiare la questione se per quelli che debbono trovarsi in località molto battute dal vento non sia possibile ed opportuno adottare qualcuno dei dispositivi proposti (Nipher od altri) per attenuare almeno in parte gli errori che tale azione perturbatrice produce sulla quantità di precipitazione raccolta.

francesi, precipuamente allo scopo di mettere in rilievo le variazioni della precipitazione coll'altitudine.

Sei apparecchi vennero scaglionati a diverse altezze sui fianchi dell'Aiguille du Gouter, nel Gruppo del Monte Bianco, tra il fondo della valle d'Arve (circa 1000 m.) e la Tête Rousse (3185 m.), ed intorno ad essi si hanno già i risultati di 7 anni di osservazioni.

Un'altra serie, pure di 6 apparecchi, venne disposta nell'alta Moriana sui fianchi della Belle Plinier, cima prossima alla frontiera franco-italiana, tra Modane e la vetta della Belle Plinier stessa (metri 3091). I dati relativi si riferiscono a soli 4 anni di osservazioni.

Le tabelle seguenti riassumono i risultati ottenuti in questi due gruppi di stazioni, risultati che sono anche graficamente tradotti nell'unito diagramma (fig. 2). I numeri delle stazioni nelle tabelle e nel diagramma si corrispondono.

Gruppo del Monte Bianco.

N. d'ordine	STAZIONI	Altitudine	Precipitazione
		m.	media annua mm.
1	Les Houches (le Pont) presso Chamonix. . .	1010	1145
2	Baraque inférieure de la Griaz	1540	1376
3	Baraque en bois	2100	1338
4	Plateau des Rognes	2550	2974
5	Baraque de Pierre Ronde	2850	1684
6	Tête Rousse.	3185	1143

Gruppo della Belle Plinier.

N. d'ordine	STAZIONI	Altitudine	Precipitazione
		m.	media annua mm.
1	Sécherie de Modane	1040	645
2	Plan Marin	1363	533
3	Pépinière de St. Antoine	1910	1000
4	Baraque forestière St. Antoine	2160	913
5	M. Rond (Borne 58)	2458	623
6	Belle Plinier	3091	1905

Malgrado la brevità del tempo a cui si riferiscono, questi dati permettono alcune considerazioni interessanti.

È da osservare anzitutto che anche nelle singole annate i dati delle varie stazioni mantengono press'a poco fra di loro la stessa proporzione, ond'è che i risultati che si possono trarre anche da un periodo relativamente breve sembrano avere qualche fondamento.

Nel gruppo del Monte Bianco si manifesta, in modo evidentissimo, l'esistenza di un massimo di piovosità verso i 2500 m., mentre ad altitudini maggiori le precipitazioni vanno poi progressivamente diminuendo. Tale fatto — di cui non esistono, a quanto mi consta, altri esempi nelle Alpi Occidentali — è molto interessante da rilevare perchè costituisce una buona conferma delle previsioni teoriche. È ovvio difatti che occorre un certo innalzamento delle masse d'aria prima che il raffreddamento che ne consegue sia tale da produrre la condensazione del vapor acqueo; mentre d'altra parte è pure ovvio che oltre una certa altezza, quando l'aria è già spoglia della maggior parte del vapor acqueo che conteneva, ogni successivo innalzamento dovrà produrre condensazioni, ossia precipitazioni, sempre minori. C'è quindi da aspettarsi che nelle montagne molto alte il massimo di piovosità venga a cadere ad una certa determinata altezza inferiore alla vetta, come appunto qui verifichiamo; come c'è da aspettarsi che la posizione di tale massimo vari da regione a regione, da versante a versante, ed anche da epoca ad epoca dell'anno.

Nel gruppo della Belle Plinier invece l'esistenza di questo massimo ben determinato di piovosità non si riscontra, poichè le precipitazioni più elevate si hanno appunto sulla cima. Ma sarebbe desiderabile in ogni modo che la loro distribuzione venisse chiarita con ancora maggiori particolari.

In ambedue i gruppi poi si notano, nell'andamento altimetrico della piovosità, delle piccole irregolarità che sono da attribuirsi ad influenze locali, per quanto queste non si siano potute finora bene elucidare. Così alla « Pépinière St. Antoine » ed alla « Baraque forestière St. Antoine » la precipitazione è risultata notevolmente maggiore che al « Mont Rond », alla « Sécherie de Modane » è alquanto maggiore che a « Plan Marin », alla « Baraque en bois » è qualche poco inferiore che alla « Baraque inférieure de la Griez ».

Ma il fatto più importante che queste ricerche mettono bene in luce e che costituisce il loro lato maggiormente interessante, è la esistenza, nelle alte regioni delle Alpi Occidentali, di zone dove la precipitazione raggiunge valori elevatissimi (nel nostro caso, circa 3 metri nel gruppo del Monte Bianco e circa 2 m. in quello della

Belle Plinier) e dei quali prima non si avevano che rari esempi per alcune località situate proprio all'estremità orientale della catena alpina.

È ovvio che è appunto in queste zone particolarmente ricche di precipitazioni che deve ricercarsi il compenso alla scarsa piovosità delle valli alpine, in modo da togliere la ragione principale del disaccordo che abbiamo più sopra rilevato tra i deflussi e le precipitazioni.

È da augurarsi che queste ricerche, così importanti, vengano attivamente proseguite, moltiplicando quanto occorra il numero degli apparecchi, in modo da giungere ad una conoscenza veramente completa — fin nei suoi particolari — della distribuzione delle precipitazioni, almeno per alcuni determinati bacini idrografici e per alcuni gruppi montuosi, e per mettere in chiaro l'estensione e l'importanza di queste zone piovose. I risultati che si otterrebbero da tali indagini per molti ordini di studi, e particolarmente per l'idrografia fluviale, compenserebbero certamente la penosa raccolta dei dati.

Nel gruppo del Monte Bianco sono stati recentemente messi in funzione alcuni altri apparecchi del tipo Vallot-Mougin. Due di essi, destinati allo studio speciale delle precipitazioni sul ghiacciaio di Tré-la-Tête, vennero collocati l'uno presso il « Pavillon de Tré-la-Tête » a 1983 m., l'altro alla « Roche-Polie » a 2185 m.; ma non si conoscono ancora i risultati relativi. Affatto recentemente poi (estate 1911), secondo informazioni avute dal sig. Vallot, Direttore dell'Osservatorio del M. Bianco, debbono esserne stati installati taluni anche nei pressi di detto Osservatorio, a più di 4000 m. d'altitudine: i risultati che se ne otterranno saranno certamente della maggiore importanza.

Nelle Alpi Italiane, invece, qualunque ricerca di questo genere manca finora completamente. È appunto questa circostanza che mi ha indotto a rivolgere di qui questo appello ai colleghi perchè coloro che esercitano o dirigono impianti elettrici potrebbero facilmente, solo che il volessero, portare un prezioso contributo a queste ricerche, di cui poi sarebbero i primi ad avvantaggiarsi.

Esistono nelle nostre montagne numerosi impianti idroelettrici, anche a considerevoli altitudini, ed altri se ne vanno di anno in anno istituendo. In questi impianti abita tutto l'anno un personale intelligente ed idoneo al quale potrebbero molto convenientemente venir affidate le osservazioni, colla certezza che vengano compiute diligentemente e senza interruzioni. Sarebbe utile anzitutto che presso

le officine, le sottostazioni, le opere di presa, ecc., dove insomma risiedono in permanenza degli operai o dei custodi, vengano installati degli ordinari pluviometri, di cui sarebbe facile raccogliere i dati giorno per giorno. Si potrebbe avere già così, con una spesa irrisoria di impianto degli apparecchi, e senza nessun aggravio pel servizio, una messe preziosa di indicazioni per molte regioni che tuttora, sotto il punto di vista pluviometrico, sono ancora affatto inesplorate. È doveroso ricordare che ciò si sta già facendo presso qualche impianto, e che qualche altro pure si propone di farlo, ma tutto sommato questi impianti sono ancora pochissimi, mentre potrebbero esserlo tutti o quasi tutti.

Ma ciò, naturalmente, non basterebbe ancora. Sarebbe pure di somma utilità conoscere l'andamento delle precipitazioni sulle falde e sulle vette dei monti, per lo meno, come si è detto, per un certo numero di bacini e di gruppi montuosi, scelti in prossimità delle principali Officine e quindi facilmente accessibili, e che sembrassero particolarmente adatti a tale scopo, al fine di vedere quali risultati una simile indagine sia suscettibile di dare.

L'impiego di apparecchi del genere di quelli Vallot-Mougin, destinati ad essere lasciati senza sorveglianza ed ispezionati soltanto a lunghi intervalli, indica una via per la quale si potrebbe giungere a questo risultato con minimo dispendio e minimo disturbo. E da augurarsi che essa venga presto seguita da molti volenterosi.

Certo, sarà difficile che con questo metodo si possano ottenere dovunque indicazioni sufficientemente copiose, soprattutto per le più alte regioni delle Alpi e pei ghiacciai, in ragione della loro scarsa accessibilità e delle difficoltà di collocamento degli apparecchi. Ma in tali casi una valutazione, almeno indiretta, delle precipitazioni si potrebbe avere sia dallo studio delle variazioni di estensione e di volume dei ghiacciai, fatto con metodi topografici, sia dalla misura dei deflussi dei torrenti glaciali (1).

Per converso, anche dove le misure dirette sono possibili, queste indagini fornirebbero utili verifiche e si presterebbero a studi del maggior interesse.

Anche in questo ordine di ricerche i tecnici potrebbero trovarsi frequentemente in condizione di apportare preziosissimi contributi.

(1) Cfr. anche in proposito BERNARD [21], FANTOLI [3].

Abbiamo visto, adunque, che lo studio *quantitativo* dei rapporti tra i deflussi e le precipitazioni è attualmente, per quanto concerne le Alpi Occidentali, impossibile a farsi a motivo dell'insufficienza dei dati idromeccici.

Migliori risultati dovrebbe dare invece una ricerca *quantitativa* diretta a paragonare l'andamento annuo degli uni con quello delle altre. La distribuzione *relativa* delle precipitazioni nei vari mesi varia solo molto lentamente da regione a regione, onde essa può ritenersi abbastanza ben nota anche in base ai soli dati che possediamo. Più manchevoli sono invece, come vedremo, i dati relativi ai corsi d'acqua.

All'ingrosso, la distribuzione dei regimi pluviometrici nella regione delle Alpi Occidentali può definirsi nel modo seguente: al di qua delle Alpi domina dovunque il tipo di regime detto *sublitoraneo* dal *De Marchi* [16] che è caratterizzato dall'esistenza di due massimi di piovosità in primavera e in autunno e di due minimi in inverno e in estate. Si manifestano delle differenze regionali soltanto nella proporzione relativa di questi massimi e minimi: così lungo il litorale ligure il massimo autunnale è di gran lunga preponderante ed il minimo estivo è il più accentuato; indi man mano che ci avanziamo verso nord e che traversiamo l'Appennino i due massimi tendono a diventare uguali fra di loro e così pure i due minimi, e finalmente in tutta la parte occidentale del Piemonte il massimo principale diventa quello primaverile ed il minimo principale quello invernale. Nel Piemonte orientale e nella finitima regione lombarda il minimo principale cade sempre in inverno, ma i due massimi sono quasi uguali, con leggera prevalenza di quello autunnale.

Quanto più si va a nord verso la catena alpina, tanto meno depressivo diventa il minimo estivo, finchè nella regione al di là delle Alpi — per lo meno nel tratto formato dalle Alpi Cozie, Graie e Pennine — vediamo dominare il regime cosiddetto *continentale* con un solo periodo di massimo nella stagione calda ed uno solo di minimo nella stagione fredda. È d'uopo avvertire soltanto che questo tipo di regime diventa sempre meno bene differenziato man mano si viene verso sud dal Vallese verso la Savoia, come è naturale se si riflette che continuando a scendere verso mezzogiorno si finirebbe per trovare nuovamente nella regione costiera il regime sublitoraneo.

È evidente che delle differenze così spiccate nella distribuzione

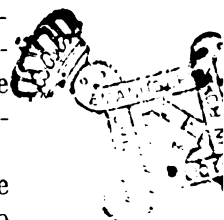
delle precipitazioni debbono far risentir la loro azione anche sul regime dei corsi d'acqua.

Ma prima di esporre alcuni esempi in proposito (1) importa ricordare che tale regime è diverso in dipendenza del modo d'alimentazione del corso d'acqua. Questi modi possono ridursi a due casi tipici a seconda che il fiume è alimentato dalla fusione dei ghiacciai o delle precipitazioni nevose, oppure dalle ordinarie piogge o indirettamente dalle sorgenti che di quelle sono conseguenza.

Nel primo caso il regime del corso d'acqua (che diremo regime *glaciale*) presenta gli stessi caratteri in qualunque regione: in primavera, appena comincia lo sgelo, si ha un rapido aumento dei deflussi, che raggiungono il loro massimo al principio dell'estate; in seguito si ha una decrescenza più o meno lenta durante i mesi estivi ed autunnali (più rapida nel caso che prevalgano le precipitazioni nevose perchè una volta sciolte queste i deflussi diminuiscono bruscamente, più lenta nel caso che l'alimentazione sia fatta specialmente mediante ghiacciai perchè la loro fusione assicura durante tutta l'estate al corso d'acqua una certa portata), ed infine si raggiunge il minimo, sempre molto accentuato, nell'inverno.

Nel caso invece di corsi d'acqua alimentati unicamente dalle piogge il regime loro (che diremo regime *pluviale*) ha un andamento grossolanamente parallelo all'andamento delle piogge, solo più o meno attenuato e con un certo ritardo dovuto alla ben nota azione ritardatrice e compensatrice del bacino e specialmente delle sorgenti. Inoltre è anche da tener presente che le piogge che cadono nella stagione calda, a parità di altre condizioni, hanno molto minor effetto sull'alimentazione del corso d'acqua di quelle che cadono nella stagione fredda, in ragione della più attiva evaporazione; per cui, tranne che vi coincida un considerevole massimo di piovosità, nell'estate sogliono aversi magre più o meno sentite.

Quando l'alimentazione d'un fiume — come è il caso più frequente — è in parte glaciale ed in parte pluviale, il diagramma dei deflussi parteciperà, in diversa misura a seconda dei casi, dei caratteri di questi due tipi estremi di regime.



(1) È appena necessario di avvertire che gli esempi che seguono sono dati semplicemente a titolo di documento e per mostrare quanto interessanti riuscirebbero delle ricerche complete sopra questa questione. Tali ricerche del resto dovrebbero venir intraprese con ben altra ricchezza di documentazione e tenendo conto anche di altri elementi (temperatura, natura dei terreni, ecc.) che noi qui per semplicità trascuriamo affatto.

Possiamo cercare con alcuni esempi quale sia il regime dei fiumi alpini, sui due versanti della catena.

Cominciamo dal versante esterno. Nella tabella seguente si riportano le altezze idrometriche medie mensili del Rodano a Ginevra, messe a riscontro coi dati relativi delle precipitazioni del bacino (1).

I dati di questa tabella sono graficamente tradotti nei diagrammi della fig. 3 (2).

M E S I	Altezze idrometriche m.	Precipitazioni relative
Gennaio	0.928	5.4 %
Febbraio	0.888	6.3
Marzo	0.900	6.6
Aprile	0.991	7.2
Maggio	1.204	8.5
Giugno	1.611	8.6
Luglio	2.032	9.4
Agosto	2.136	10.1
Settembre	1.876	10.5
Ottobre	1.432	11.5
Novembre	1.160	8.1
Dicembre	1.030	7.8

(1) Le altezze idrometriche sono tolte dal FOREL [1] e si riferiscono al periodo 1818-1880. Le precipitazioni mensili sono espresse come percentuale del totale annuo e rappresentano la media dei dati (pure percentuali) delle stazioni di Ginevra, Montreux, Sion, Reckingen e Gran San Bernardo. I dati pluviometrici si riferiscono tutti al periodo 1881-1900 e vennero attinti alla classica opera di MAURER, BILLWILLER e HESS [22] sul clima della Svizzera. La loro non contemporaneità coi dati idrometrici ha qui poca influenza trattandosi soltanto di avere *qualitativamente* l'andamento relativo dei due fenomeni. Per lo stesso motivo si ritenne sufficiente basare le medie sopra un piccolo numero di stazioni pluviometriche, ma sparse per quanto possibile un po' per tutto il bacino in modo da dare nell'insieme un'idea sufficiente del regime, ed aventi buone serie di osservazioni fra loro comparabili.

La stessa osservazione può farsi anche per gli altri esempi che citeremo in seguito.

(2) In questa, come nelle successive figure, si indicano con *H* le altezze idrometriche, con *Q* i deflussi, e con *P* le precipitazioni percentuali.

Appare evidente che il regime del fiume è nettamente *glaciale* col massimo molto ben spiccato in agosto. Questo regime è ancor più accentuato dal fatto che il regime pluviometrico è quello che abbiamo detto di tipo continentale, con un solo massimo annuo nella stagione calda: i due effetti così cospirano. Veramente il mas-

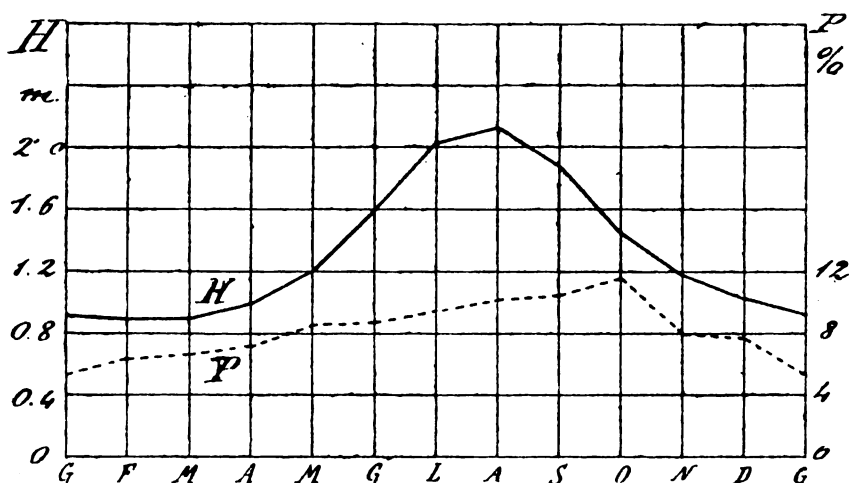


Fig. 3. — Regime del Rodano a Ginevra.

simo delle piogge cade piuttosto in ottobre, quando il fiume è già in piena decrescenza, ma occorre tener presente il fatto che parte delle precipitazioni autunnali avvengono già sotto forma di neve che si scioglierà solo alla primavera seguente, e che le rimanenti contribuiscono a rendere la decrescenza del fiume meno rapida. Si può pure osservare che il massimo dei deflussi ha luogo in agosto anzichè, come vedremo fra poco avvenire pei fiumi della Savoia, in giugno: ciò che potrebbe esser messo in rapporto sia colla piovosità relativamente elevata dell'estate, sia specialmente colla circostanza che una parte considerevole (circa 1/8) del bacino è coperta da ghiacciai e che assai abbondanti vi debbono essere le precipitazioni nevose.

Riportiamo ora i dati medi mensili di portata per alcuni corsi d'acqua della Savoia: l'Isère a Moutiers, il Doron de Bozel a Moutiers, l'Arc a Hermillon. Tali dati si riferiscono tutti al settennio 1903-1909 e vennero calcolati dai dati originali pubblicati dal Ministero francese d'Agricoltura [8]. I dati pluviometrici sono espressi

al solito come percentuale del totale annuo e rappresentano la media di un certo numero di stazioni per ogni bacino (1).

M E S I	Isère a Moutiers		Doron de Bozel a Moutiers		Arc a Hermillon	
	Deflussi mc. - sec.	Precipitazioni ‰	Deflussi mc. - sec.	Precipitazioni ‰	Deflussi mc. - sec.	Precipitazioni ‰
Gennaio	12.4	6.0	7.5	5.6	13.7	6.2
Febbraio	12.1	8.1	7.2	7.1	13.7	7.6
Marzo	13.2	8.2	7.9	7.3	14.3	8.0
Aprile	21.1	7.1	16.1	7.8	26.6	8.1
Maggio	43.4	8.5	36.8	9.5	84.1	9.5
Giugno	65.8	9.0	49.8	10.1	160.5	9.3
Luglio	47.9	9.6	42.9	10.1	115.0	8.6
Agosto	33.6	10.2	32.1	11.3	66.7	8.8
Settembre	24.6	8.2	19.9	8.7	39.1	8.2
Ottobre	19.4	9.9	14.0	9.1	29.3	11.0
Novembre	14.5	7.1	9.6	6.0	18.6	7.2
Dicembre	13.4	7.8	8.0	7.3	15.6	7.3

Anche in tutti e tre questi casi il regime del fiume è spiccatamente glaciale (cfr. figg. 4-6). Il minimo cade in gennaio e febbraio, quasi eguali tra loro; il massimo invece è molto ben localizzato in giugno, e dopo di esso la decrescenza è rapidissima. Il regime delle precipitazioni è ancora di tipo continentale ma diventa sempre meno ben differenziato man mano ci avanziamo verso sud,

(1) Pel bacino dell'Isère a Moutiers le stazioni di Moutiers, Bourg St. Maurice, Ste Foy, Val d'Isère e Piccolo S. Bernardo; pel bacino del Doron de Bozel a Moutiers le stazioni di Moutiers, St. Martin de Belleville, Pralognan e Bozel; pel bacino dell'Arc a Hermillon le stazioni di Modane, St. Jean de Maurienne, Moncenisio, Bessans e Bonneval. — I dati originali di queste stazioni vennero attinti alle pubblicazioni dell'Ufficio Centrale di Meteorologia di Parigi e si riferiscono al periodo 1884-1908 od a periodi poco diversi.

in relazione a quanto è stato detto più sopra. In ogni caso la sua influenza sul regime del fiume appare assai poco evidente, l'ali-

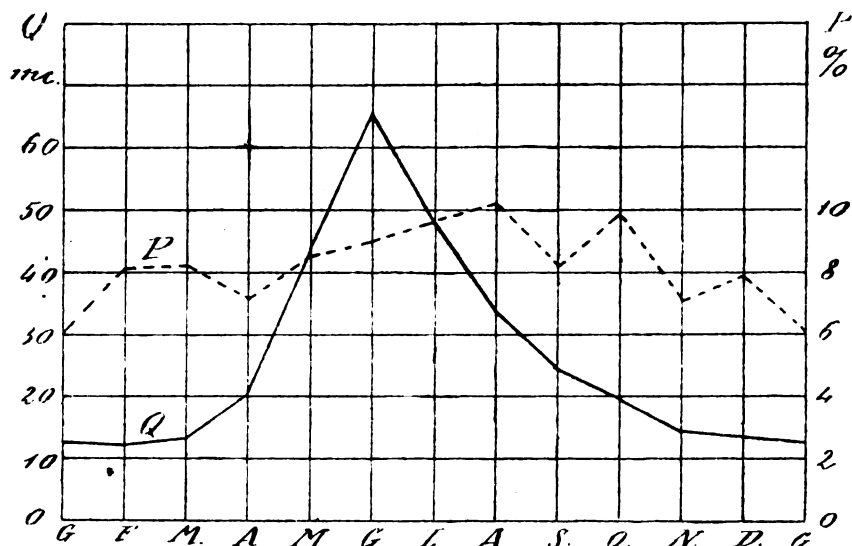


Fig. 4 - Regime dell'Isère a Moutiers.

mentazione di questo risultando sempre essenzialmente glaciale, come del resto accade per tutti i fiumi alpini nel loro corso superiore:

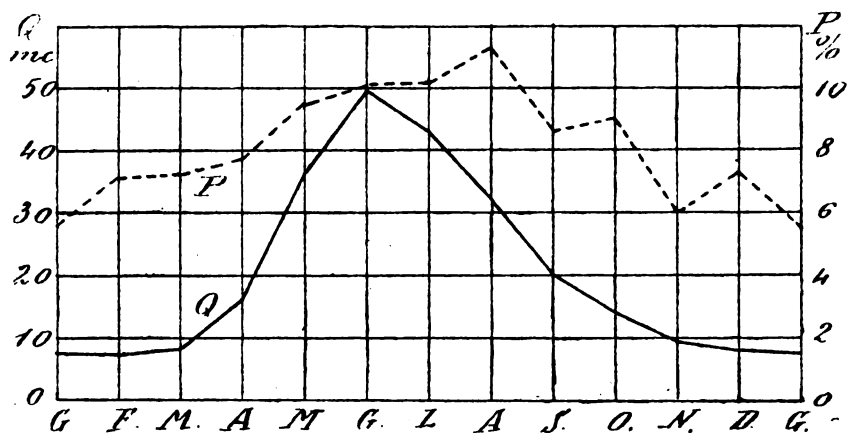


Fig. 5. - Regime del Doron de Bosel a Moutiers.

tutt'al più in questo caso potrebbe dirsi che l'azione delle piogge estive contribuisce forse a sostenere alquanto il massimo dei deflussi nell'estate ed a rallentare qualche poco la loro diminuzione verso l'autunno.

Ma per rendere veramente palese la relazione tra il regime delle piogge ed il regime di deflussi occorre scendere il corso d'acqua in modo da prendere in considerazione porzioni di bacino sempre

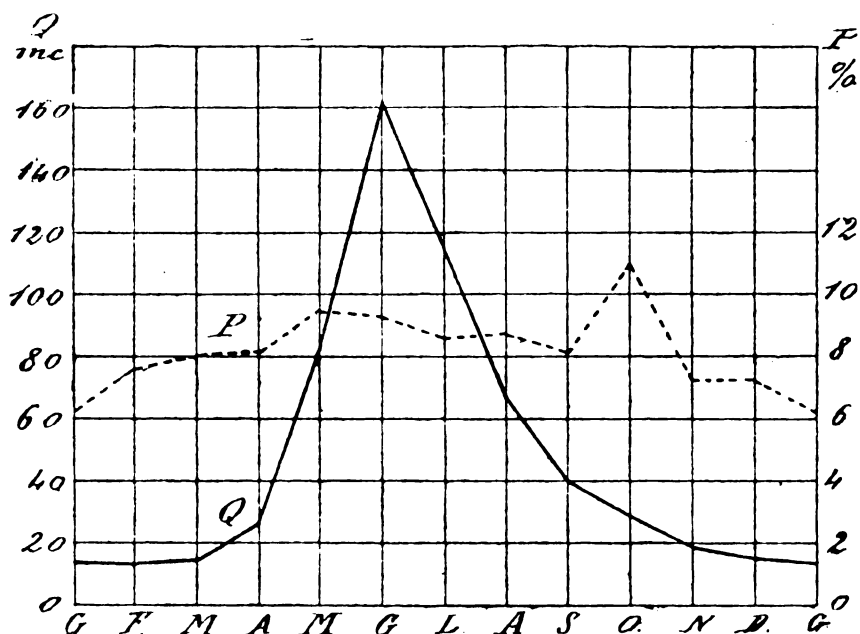


Fig. 6. — Regime dell'Arc a Hermillon.

più vaste. In tal modo l'influenza dell'alimentazione glaciale diventa sempre meno sensibile e dovrebbe perciò rendersi meglio evidente quella dell'alimentazione pluviale, specialmente se così facendo giungeremo in regioni dove il regime delle piogge non sia più di tipo continentale e non tenda perciò a sovrapporsi semplicemente al regime del fiume, senza differenziarsene.

Un bellissimo, veramente tipico esempio di trasformazione del regime fluviale sotto l'influenza delle precipitazioni l'abbiamo nella Duranza.

Ho raccolto nella tabella qui appresso riportata i dati medi mensili di portata di detto fiume in corrispondenza delle stazioni di:

Briançon (altitudine m. 1201 : bacino 223 Km.²);

Embrun (" " 780 " 2291 ")

Rousset (altitudine m. 651 : bacino 3591 Km.²)

Sisteron (» » 454 » 6316 »)

Mirabeau (» » 228 » 11917 »)

Questi dati medi, calcolati come al solito in base ai materiali forniti dalle pubblicazioni ufficiali, si riferiscono al sessennio 1904-1909 (1905-1909 soltanto per Rousset). Fa eccezione la stazione di Briançon per la quale non ho che i dati del biennio 1904-05: qualitativamente mi parve però che essa si prestasse ugualmente al confronto per mostrare il regime glaciale spiccatissimo della Durance nel suo corso superiore, come del resto viene anche confermato dalla considerazione del regime di alcuni affluenti della Durance situati nella stessa regione e che presentano l'identico tipo.

M E S I	Briançon (1904-05)	Embrun (1904-09)	Rousset (1905-09)	Sisteron (1904-09)	Mirabeau (1904-09)
	mc. - sec.	mc. - sec.	mc. - sec.	mc. - sec.	mc. - sec.
Gennaio	1.84	18.5	24.5	46.9	97.6
Febbraio	1.88	17.9	22.5	51.0	105.9
Marzo	2.01	19.6	25.9	74.0	138.0
Aprile	4.30	42.4	51.6	123.5	189.7
Maggio	10.02	91.2	130.5	187.5	242.6
Giugno	11.66	117.9	175.2	223.5	265.3
Luglio	7.30	74.6	105.8	130.8	150.1
Agosto	4.64	47.5	64.8	81.2	108.0
Settembre	4.—	38.7	56.7	74.7	98.9
Ottobre	3.29	36.4	59.3	98.9	152.0
Novembre	2.36	30.8	58.0	121.9	223.1
Dicembre	2.05	23.4	39.4	81.1	138.4
Media annua (modulo) .	4.61	46.6	67.8	107.9	159.1

La differenza fra i regimi del fiume alle successive stazioni risulta evidentissima da un semplice sguardo ai diagrammi della figura 7 che traducono graficamente i dati della tabella, colla sola

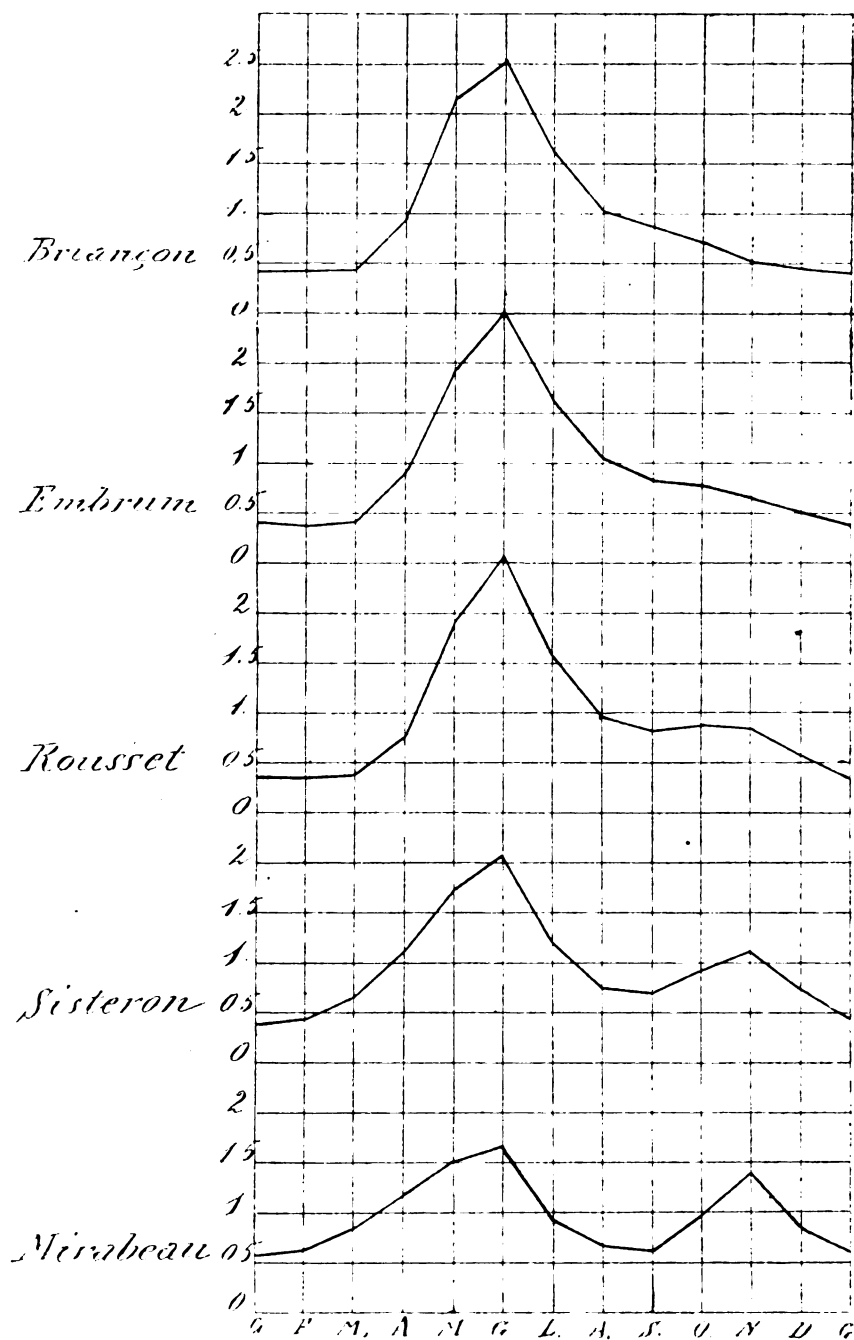


Fig. 7. — Variazione di regime della Duranza.

avvertenza che per rendere i vari diagrammi comparabili fra di loro si sono espresse le ordinate, cioè le portate medie mensili, anzichè in valore assoluto, come rapporto alla media annua corrispondente.

Nei diagrammi poi non figurano le precipitazioni, avendo io raccolto i dati relativi solo per una piccola parte del bacino della Duranza. E del resto anche per la rimanente parte essi sono finora così scarsi e manchevoli che non si potrebbe trarne, quantitativamente, alcuna fondata conseguenza. Pel nostro scopo basterà però far rilevare, in via qualitativa, che nella parte più alta del bacino della Duranza, il regime pluviometrico, pur senza essere molto ben caratterizzato, tende in certo modo ad accostarsi al tipo continentale nel senso che le precipitazioni della stagione calda sono relativamente abbondanti in confronto a quelle della fredda. Man mano poi che si scende la valle verso le regioni calde ed asciutte della Provenza il regime pluviometrico acquista sempre più i caratteri del tipo sublitoraneo, col massimo autunnale sempre più prevalente per rapporto a quello primaverile e col minimo estivo sempre più accentuato in confronto con quello invernale.

È estremamente interessante constatare come sotto l'azione del regime pluviometrico il regime fluviale vada progressivamente modificandosi. Mentre a Briançon la Duranza — come del resto tutti i corsi d'acqua alpini nella loro parte superiore — ha il tipico regime dovuto all'alimentazione glaciale, con un solo grande massimo in giugno ed un minimo in gennaio e febbraio, già ad Embrun si delinea in ottobre un certo rallentamento nella decrescenza dei deflussi ed a Rousset è già nettamente accennato il principio dell'intumescenza autunnale. Quanto più continuiamo a scendere il fiume, tanto più si accentua questa intumescenza d'autunno e contemporaneamente va man mano attenuandosi quella del giugno, tanto che a Mirabeau le due intumescenze hanno quasi la stessa grandezza. Se si avessero dei dati anche per altri punti situati più a valle è perfino possibile che l'intumescenza autunnale finisca per diventare preponderante. In pari tempo, come è naturale, fra queste due intumescenze viene a trovarsi un minimo estivo che diventa progressivamente più accentuato, mentre d'altra parte il minimo invernale si eleva sotto l'azione degli aumentati deflussi d'autunno; ond'è che a Mirabeau i due minimi raggiungono pressochè lo stesso livello. In conclusione, come si vede, il regime del fiume è radicalmente cambiato.

Naturalmente — si capisce — questo fatto non è certo peculiare alla Duranza, ma dovrebbe pure verificarsi anche per tutti i corsi d'acqua che si trovano in condizioni analoghe, ed in particolare pei maggiori fiumi del versante italiano. Se abbiamo scelto la Duranza è soltanto perchè è il solo fiume intorno al quale abbiamo potuto raccogliere dati precisi sufficienti per mettere bene in luce l'accennato fenomeno.

Sul versante italiano, come abbiamo già detto, domina dovunque il regime pluviometrico di tipo sublitóranéo. Nella parte più ele-

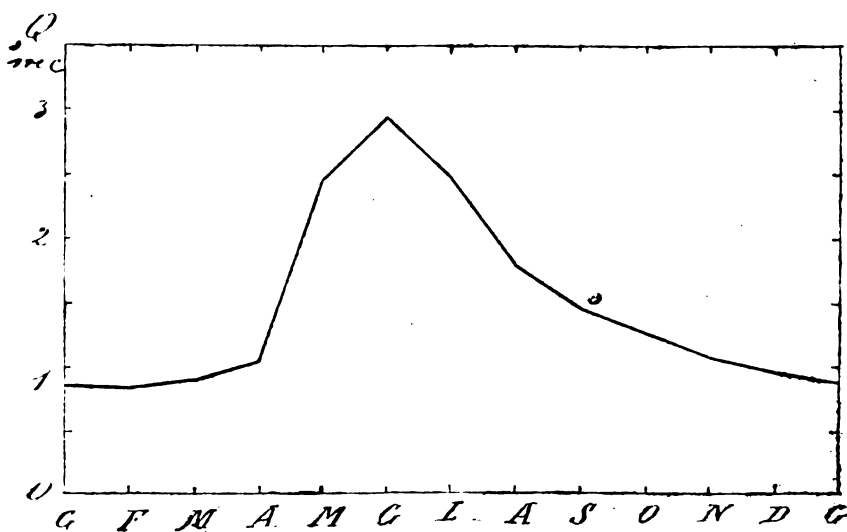


Fig. 8. — Regime della Cenischia,

vata dei bacini la sua influenza però è ancora nulla perchè tutti i corsi d'acqua hanno il regime che abbiamo detto glaciale.

Si riporta, a titolo di esempio, il diagramma dei deflussi della Cenischia (1), relativo al periodo 1904-1910 (fig. 8); ma lo stesso potrebbe dirsi anche di tutti gli altri.

L'influenza del regime pluviometrico comincia a manifestarsi soltanto in una parte molto più bassa del bacino. Nella tabella se-

(1) Costrutto in base a dati cortesemente forniti dalla Società Forze Idrauliche del Moncenisio.

guente e nei diagrammi delle figg. 9 e 10 si raccolgono i dati mensili relativi alle altezze idrometriche del Ticino a Sesto Calende

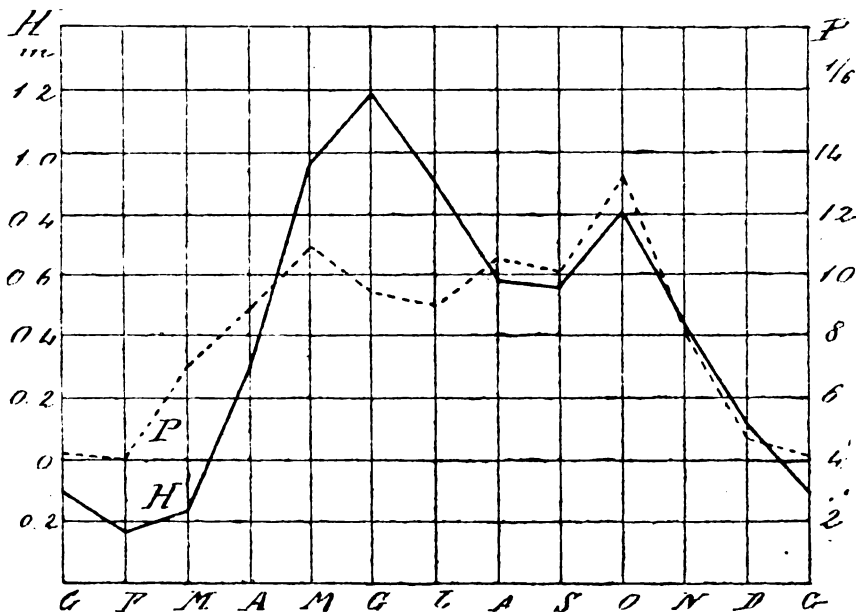


Fig. 9. — Regime del Ticino a Sesto Calende

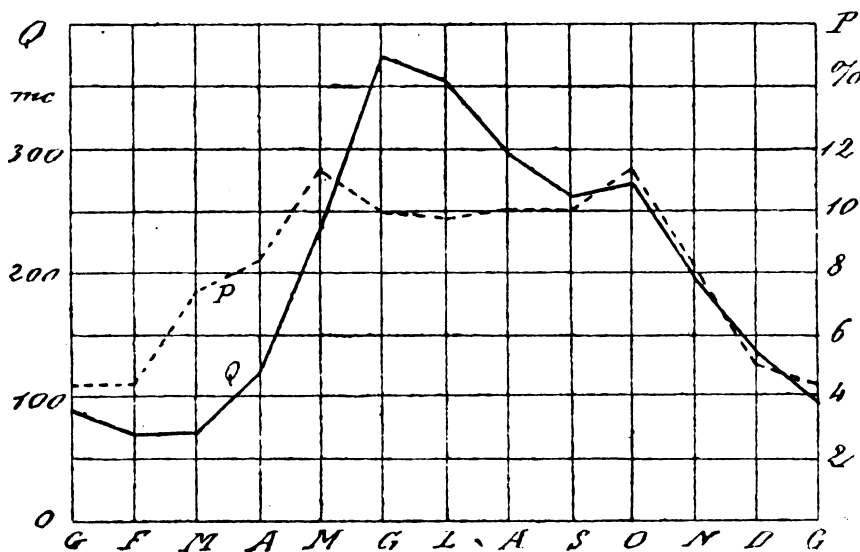


Fig. 10. — Regime dell'Adda a Lecco.

durante il periodo 1869-1894 e ai deflussi dell'Adda a Lecco durante il periodo 1845-1896. Tali dati sono attinti alle pubblicazioni già

citato del Fantoli [2] e di Pestalozza e Valentini [4]. In riscontro si sono pure indicati, al solito modo, i valori relativi alle precipitazioni (1).

MESI	TICINO A SESTO CALENDE		ADDA A LECCO	
	Altezze idrometriche m.	Precipitazioni %	Deflussi mc.	Precipitazioni %
Gennaio	— 0.100	4.1	93.8	4.3
Febbraio	— 0.236	4.0	66.9	4.4
Marzo	— 0.169	7.0	70.5	7.4
Aprile	0.307	8.9	121.1	8.4
Maggio	0.954	10.9	236.6	11.3
Giugno	1.186	9.4	374.1	9.9
Luglio	0.904	9.1	358.1	9.8
Agosto	0.581	10.4	295.4	10.0
Settembre	0.560	10.1	263.4	10.0
Ottobre	0.801	13.1	272.4	11.3
Novembre	0.438	8.1	195.0	8.2
Dicembre	0.127	4.7	134.9	5.0

Riportiamo ancora in quest'altra tabella e nei diagrammi delle figg. 11 e 12 i dati relativi alle altezze idrometriche medie del Po a Chivasso e della Dora Baltea ad Ivrea, (2), messi pure a confronto

(1) Per il bacino del Ticino questi valori vennero dedotti dalla media di quelli relativi alle stazioni di Airolo, Bellinzona, Locarno, Lugano, Rivera Bironico, Braggio, Domodossola, Paraviso, Pallanza e S. Bernardino; pel bacino dell'Adda dalle stazioni di Como, Cremella, Corenno Plinio, Lovenno, Sondrio e Stelvio. — Le osservazioni pluviometriche utilizzate si riferiscono generalmente al periodo 1885-1905 od a periodi poco diversi.

(2) Questi dati rappresentano, in entrambi i casi, la media del periodo 1900-1911 e vennero dedotti dalle osservazioni originali, inedite, cortesemente comunicate dall'Amministrazione dei Canali Cavour per conto della quale esse vengono eseguite. Per il Po le altezze rappresentano le letture fatte all'idrometro situato al ponte di Chivasso: per la Dora le altezze del pelo d'acqua dallo spillone del Ponte della Ferrovia Ivrea-Aosta.

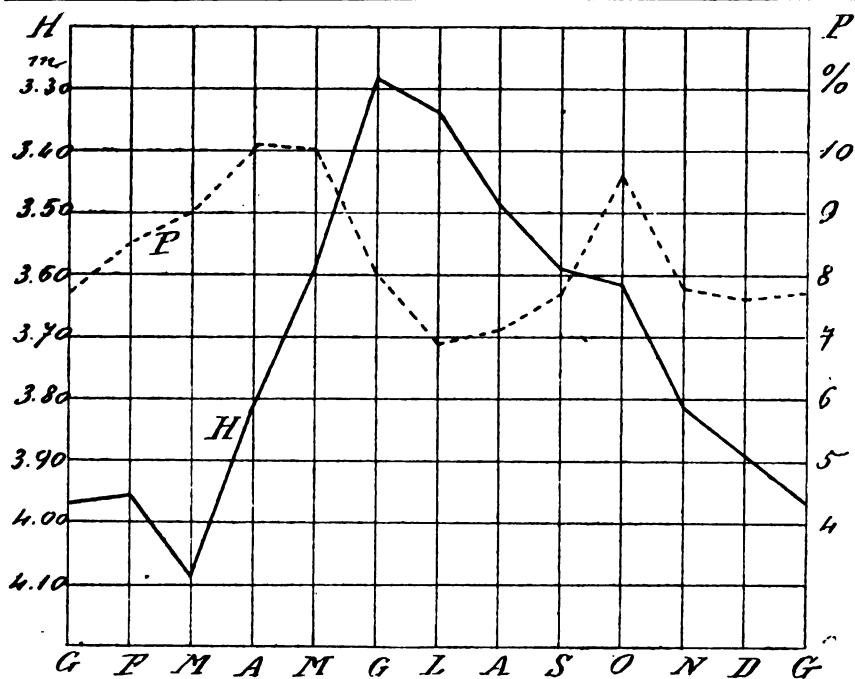


Fig. 11. — Regime della Dora Baltea ad Ivrea.

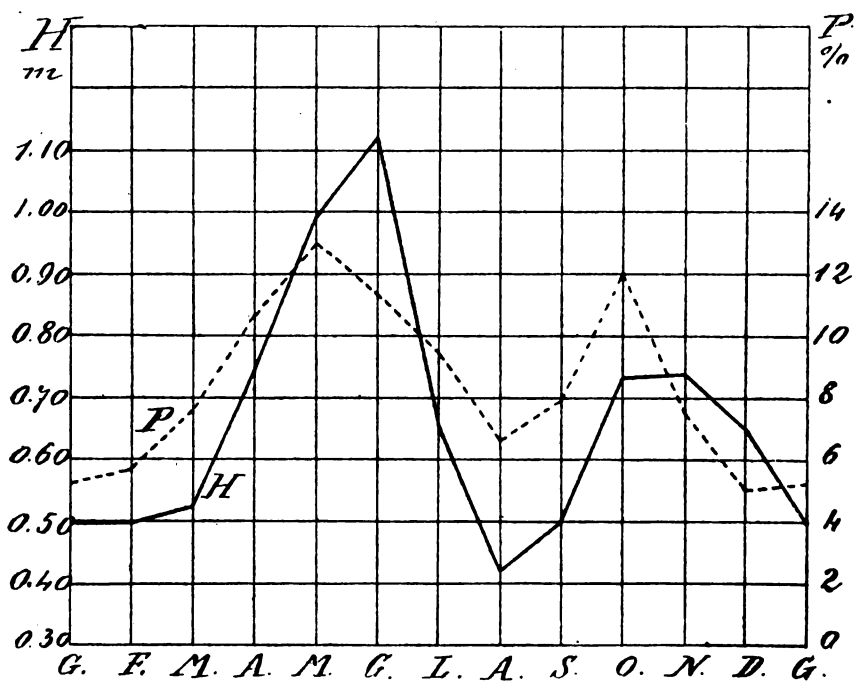


Fig. 12. — Regime del Po a Chivasso.

col regime delle precipitazioni nei rispettivi bacini (1).

MESI	DORA BALTEA AD IVREA		PO A CHIVASSO	
	Altezze idrometriche m.	Precipitazioni ‰	Altezze idrometriche m.	Precipitazioni ‰
Gennaio	3.968	7.7	0.497	5.2
Febbraio	3.954	8.5	0.498	5.7
Marzo	4.099	9.0	0.525	7.6
Aprile	3.807	10.1	0.745	10.7
Maggio	3.590	10.0	0.992	13.0
Giugno	3.292	8.0	1.122	11.3
Luglio	3.338	6.9	0.652	7.4
Agosto	3.493	7.1	0.416	6.6
Settembre	3.595	7.7	0.502	7.9
Ottobre	3.619	9.6	0.734	12.0
Novembre	3.815	7.8	0.738	7.4
Dicembre	3.895	7.6	0.653	5.0

È interessante un breve confronto tra l'andamento del regime fluviale e quello delle precipitazioni, e molto più lo sarebbe se per i singoli fiumi si potessero avere dati per parecchi punti del loro corso.

Il massimo primaverile delle precipitazioni ha luogo verso maggio mentre quello dei deflussi cade costantemente in giugno, appunto come abbiamo visto che avviene pei fiumi del versante francese. Questo ritardo dipende, oltre che dalla ben nota azione ritardatrice del bacino, specialmente dal fatto che il maggior contributo agli afflussi è allora dato dalla fusione delle nevi e dei ghiacciai, che raggiunge il suo massimo al principio dell'estate.

(1) Pel bacino della Dora si utilizzarono le stazioni di Ivrea, Valdobbia, Aosta, Gran S. Bernardo e Piccolo S. Bernardo; pel bacino del Po le stazioni di Chivasso, Castellamonte, Lanzo, Torino, Moncenisio, Monginevro, Perrero, Cavour, Saluzzo e Crissolo. In ambi i casi le osservazioni pluviometriche si riferiscono al periodo 1884-1908 od a periodi poco diversi.

Una volta fuse le nevi accumulate nel precedente periodo invernale, l'alimento principale dei corsi d'acqua alpini è dovuto ai soli ghiacciai, le precipitazioni estive essendo scarse ed avendo una piccolissima efficacia. C'è dunque da aspettarsi una decrescenza più o meno rapida dei deflussi a seconda della maggiore o minore estensione occupata dai ghiacciai nei vari bacini. È per questo motivo che la Dora Baltea (nel cui bacino l'area glaciale è considerevolissima) ha ancora ad Ivrea dei deflussi assai elevati durante tutta l'estate, mentre pel Po a Chivasso la decrescenza è rapidissima e dà luogo a delle magre estive molto sentite, ancor più sentite di quelle invernali. A dire il vero però i due corsi d'acqua si trovano in condizioni fra loro alquanto diverse, ma il confronto non riesce perciò meno suggestivo (1).

Si possono anche paragonare le curve del Ticino a Sesto Calende con quelle dell'Adda a Lecco (2). In questo secondo caso i deflussi durante l'estate sono assai più sostenuti che non nel primo, ciò che è da mettere in rapporto con la circostanza che l'Adda ha nel suo bacino un'estensione assai maggiore di ghiacciai che non il Ticino (3); perciò la depressione estiva che pel Ticino è assai bene accentuata, per l'Adda riesce quasi insensibile.

Come conseguenza di questo fatto (ed in parte anche dell'altro che le precipitazioni autunnali sono più copiose nell'alto bacino del

(1) Nella parte inferiore del corso del Po l'intumescenza autunnale, che già a Chivasso vediamo molto ben delineata, diventa, sotto l'azione del regime pluviometrico, man mano più sentita fino a raggiungere pressochè la stessa importanza di quella del giugno.

Riporto, a titolo di documento, i dati idrometrici medi del Po a Pontelagoscuro, dove trovasi installato l'idrometro più antico che sia in funzione sul detto fiume. Tali dati si riferiscono al periodo di 101 anni dal 1807 al 1907 e sono attinti ad una recente pubblicazione dell'Ufficio Compartimentale del Po [23].

Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
m. 2,54	2,47	2,83	3,05	3,79	4,24	3,20	2,56	3,01	3,82	3,84	3,14

(2) Si può certo osservare che pel Ticino il diagramma rappresenta le altezze idrometriche, anzichè — come per l'Adda — i deflussi. Siccome però i deflussi aumentano più rapidamente delle altezze, prendendo essi in considerazione si sarebbe ottenuto pel Ticino un diagramma ancor più differenziato. Qualitativamente, perciò, il confronto può sussistere ugualmente.

(3) L'area occupata dai ghiacciai rappresenta il 3.72 % del bacino dell'Adda a Lecco, mentre è solo l'1.74 % del bacino del Ticino a Sesto Calende. — Cfr. in proposito FANTOLI [3].

Ticino che in quello dell'Adda) l'intumescenza d'autunno, dovuta alle grandi piogge dell'ottobre, è molto spiccata, mentre per l'Adda riesce appena accennata.

In conclusione, vediamo dunque anche qui che nei fiumi alpini, procedendo da monte a valle, si osserva un caratteristico cambiamento di regime. Nella parte superiore del bacino si ha dovunque il regime glaciale, con un solo massimo spiccatissimo alla fine della primavera (di solito in giugno), una decrescenza più o meno lenta in estate ed un minimo molto accentuato in inverno. Nella parte inferiore invece, il massimo primaverile si attenua sempre più e si ha la formazione di un secondo massimo in autunno e conseguentemente di un secondo minimo in estate, massimo e minimo che diventano sempre più spiccati quanto più ci allontaniamo dall'origine.

Questo cambiamento di regime dipende dall'azione combinata dell'alimentazione glaciale e del regime pluviometrico (prescindiamo qui, come al solito, dall'azione degli altri fattori locali). Il punto dove esso avviene, cioè dove comincia a manifestarsi l'intumescenza autunnale, sarà perciò diverso da fiume a fiume. Per quanto se ne può giudicare dai diagrammi qui riportati, tale cambiamento dovrebbe aver luogo per l'Adda nelle vicinanze di Lecco e per la Dora Baltea in quelle di Ivrea (1). È possibile che, in generale, esso non cada molto discosto dalla linea di separazione tra la regione di pianura e la regione montuosa, ma non è questa che un'ipotesi: certo sarebbe del maggior interesse poterne determinare la posizione nei singoli corsi d'acqua alpini (2).

Sarebbe stato mio desiderio seguire più da vicino questa variazione di regime per qualcuno dei maggiori fiumi delle Alpi piemontesi, per es. per l'alto bacino del Po; ma non mi venne fatto

(1) Secondo alcuni dati manoscritti, cortesemente comunicatimi dall'ing. R. Soldati di Torino, e riferentisi ad osservazioni eseguite sul Po a Villafranca Piemonte durante il periodo 1878-84 e sulla Dora Riparia a Borgone durante il periodo 1872-87, sembrerebbe potersi dedurre che nei punti indicati il primo dei suddetti fiumi ha ancora un regime con due massimi e due minimi, mentre il secondo avrebbe un regime di tipo abbastanza nettamente glaciale.

(2) Segnando sopra una carta il punto dove avviene il cambiamento di regime dei singoli fiumi e riunendo tali punti con linee continue si verrebbero a delimitare le regioni aventi diverso regime fluviale. Una tale rappresentazione permetterebbe di fare varie considerazioni interessanti e dovrebbe mostrare la stretta relazione del fenomeno che si considera coll'estensione dei ghiacciai.

di poter trovare elementi per intraprendere tale studio. Forse una certa quantità di materiale al riguardo dovrebbe essere posseduta dagli uffici del Genio Civile, ma non mi riuscì di averne conoscenza.

Non è a dire del resto che da noi manchino le osservazioni idrometriche. Pel bacino piemontese del Po ne vengono fatte, sia sul Po stesso che nei principali suoi affluenti, a cura del Genio Civile, dell'Ufficio Tecnico della Provincia e da quello del Comune di Torino, e da altri Enti. Per tutti questi idrometri però mancano generalmente le scale delle portate, e le stesse osservazioni idrometriche non solo non sono pubblicate, ma assai spesso nemmeno coordinate ed elaborate in modo da potersi utilizzare.

Per di più anche questo materiale, qualunque esso sia, è in gran parte malamente utilizzabile anche pel motivo che di solito non si è tenuto conto delle trasformazioni d'alveo intervenute.

Non parrà quindi un'esagerazione il dire che per quanto concerne l'idrografia dell'alta valle padana quasi tutto è ancora da fare. Per le provincie venete si è provveduto a questa mancanza coll'istituzione del R. Magistrato alle Acque di Venezia, che esplica da vari anni un'opera attivissima per lo studio di tutti i problemi idrografici della regione: ma sarebbe utile che un ufficio analogo venisse istituito anche per la Lombardia, l'Emilia ed il Piemonte, regioni che, all'infuori di pochi lavori dovuti all'opera di singoli studiosi, sono dal punto di vista idrografico pressochè inesplorate (1). Tale organizzazione sarebbe tanto più necessaria in quanto è appunto in queste regioni che vengono maturandosi problemi di vitale importanza, per la migliore utilizzazione delle forze idrauliche, per la navigazione interna, per l'irrigazione, ecc.: questioni tutte che richiedono imperiosamente la conoscenza metodica e completa dell'idrografia.

Tale abbandono deve anzi sembrare strano se si pensa che per tutti i bacini di qualche importanza dell'Italia Centrale e Meridionale le ricerche idrografiche vennero già compiute e pubblicate nei

(1) Questo voto ebbe già un principio di attuazione colla recente istituzione dell'Ufficio Compartimentale del Po con sede a Parma (ultimamente riorganizzato coll'aggiunta della giurisdizione sulle provincie di Torino e di Alessandria che prima ne erano escluse) che svolge un'opera attiva ed oculata a tutela dei servizi idraulici. Ma sarebbe desiderabile che venisse intrapreso di proposito lo studio idrografico completo non solo del maggior fiume, ma anche di tutti i suoi affluenti, particolarmente di quelli della regione alpina.

volumi della « Carta Idrografica d'Italia », che costituiscono delle preziose monografie alle quali gli studiosi e gli interessati possono attingere; mentre per l'Italia Settentrionale nulla in proposito è dato finora di trovare.

Sarebbe veramente da augurare che anche da noi queste ricerche venissero finalmente intraprese con tutta quella necessaria larghezza di mezzi e quello spirito pratico e sistematico coi quali si vanno compiendo, già da molti anni, in tutti i paesi vicini.

Elenco bibliografico degli Autori citati

- [1] FOREL (F. A.). — *Le Léman*. — Vol. I. Lausanne, F. Rouge éd., 1892.
- [2] FANTOLI (G.). — *Sul regime idraulico dei laghi*; Milano, Hoepli, 1897.
- [3] — *Alcune note d'idrografia sulla estensione dei ghiacciai nel dominio dei nostri fiumi alpini, sul tributo e sul regime delle acque glaciali*; « Il Politecnico », Anno L; Milano 1902.
- [4] PESTALOZZA (A.) e VALENTINI (C.). — *Sistemazione del deflusso delle acque dal Lago di Como*. — Milano, Hoepli, 1899.
- [5] PONTI (E.). — *La meteorologia nei suoi rapporti con l'idraulica fluviale*. — « Giornale del Genio Civile », 1896.
- [6] GIANDOTTI (M.). — *Sulle portate dei corsi d'acqua in relazione alle precipitazioni meteoriche*. — « Giornale del Genio Civile », dicembre 1907.
- [7] FORNARI (V.). — *Previsione delle portate massime, dovute alle piogge, nei corsi d'acqua*. — « Giornale del Genio Civile », aprile 1910.
- [8] MINISTÈRE DE L' AGRICULTURE - ANNALES. — *Direction de l'hydraulique et des améliorations agricoles. Service d'études des grandes forces hydrauliques*. — Tomes I et II, Paris 1905; Tome III, Paris 1908; Tome IV, Grenoble 1911.
- [9] ZENTRALBUREAU FÜR METEOROLOGIE UND HYDROGRAPHIE IM GROSSHERZOGTUM BADEN. — *Ergebnisse der Untersuchung der Hochwasserverhältnisse im Deutschen Rheingebiet*. — Heft VII: *Das Moselgebiet*, bearbeitet von M. VON TEIN. - Berlin 1905.
- [10] RUVARAC. — *Die Abfluss und Niederschlagsverhältnisse von Böhmen*. « Geogr. Abh. »; V., N. 5, 1896.
- [11] PENCK. — *Der Oderstrom*. — « Geogr. Zeitschrift », 1899.
- [12] LOKHTINE. — *Influence de la destruction des forêts et du dessèchement des marais sur le régime et le débit des rivières*. — Atti del X Congresso internazionale di Navigazione; Milano 1905. Rapporti.

- [13] LAUDA (E.). — *De l'influence de la forêt sur le régime des cours d'eau*. — Atti del X Congresso internazionale di Navigazione ; Milano 1905. Rapporti.
- [14] KELLER (H.). — *Niederschlag, Abfluss und Verdunstung in Mitteleuropa*. — « Jahrb. f. Gewässerkunde Bes. Mitteil ». — Vol. I, N. 4, Berlin 1906.
- [15] FRITSCH (R.). — *Niederschlag, Abfluss und Verdunstung auf der Landfläche der Erde*. — Halle, 1906.
- [16] DE MARCHI (L.). — *Trattato di geografia fisica*. — Milano, Vallardi.
- [17] — *Ricerche idrografiche sul bacino delle Resorgive di Dueville presso Vicenza*. — « R. Magistrato alle Acque. Ufficio Idrografico. Pubblicazione N. 9. » — Venezia, 1910.
- [18] WAGNER (H.). — *Trattato di Geografia Generale*. — 3 Vol., Torino, Bocca, 1911.
- [19] TAVERNIER (H.). — *Etude hydrologique sur le bassin de la Saône*. — « Annales de Géographie, » Paris, 1901, pag. 46.
- [20] GOLTARA (L.). — *Carta Idrografica d'Italia. - Irrigazione della Provincia di Bergamo*. — 2^a ediz., Roma, tip. Bertero, 1910.
- [21] BERNARD (C. J. M.). — *Programme et méthodes applicables à l'étude d'un grand glacier*. — « Ministère de l'Agriculture. Annales. Direction de l'hydraulique et des améliorations agricoles. Comité d'études scientifiques ». Fascicule 38, Paris, Imp. Nat., 1908.
- [22] MAURER (J.), BILLWILLER (R.) und HESS (C.). — *Das Klima der Schweiz*. — 2 vol. ; Frauenfeld, Huber, 1909-1910.
- [23] MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI. — Corpo Reale del Genio Civile. VI Compartimento: Fiume Po ed influenti. — *Osservazioni idrometriche del Fiume Po a Pontelagoscuro dall'anno 1807 a tutto il 1907*. — Parma, Tip. Donati, 1908.
-

N. 4.**RECENSIONI**

(I recensori non assumono alcuna responsabilità delle affermazioni e dei giudizi contenuti negli articoli riassunti).

Applicazioni diverse.

MAX BRESLAUER: *Nuovo riduttore elettrico di velocità.* — (The Electrician, 2 febbraio 1912).

A risolvere l'importante problema della regolazione di velocità ed inversione di marcia delle macchine sono state proposte modernamente svariate soluzioni, meccaniche, idrauliche, elettriche. Di esse talune godono al presente un certo favore, come il sistema Ward-Leonhard-Ilgner, il sistema detto « misto » per la trazione. E questa anzi, insieme con l'automobilismo, con le turbine a vapore e con qualche altro ramo della tecnica, ha dato indubbiamente grande impulso allo studio della questione, in questi ultimi tempi.

Nessuno però dei sistemi proposti finora è abbastanza soddisfacente. L'ideale sarebbe quello che rispondesse alle seguenti condizioni: regolazione continua della velocità fra zero e il limite imposto da ragioni di solidità meccanica; coppia costante e piccole perdite di energia nell'apparecchio regolatore, a qualunque velocità.

L'apparecchio che l'A. descrive è una macchina elettrica unipolare, avente due circuiti magnetici distinti e un solo circuito elettrico. L'induttore è costituito da due parti di ferro perfettamente eguali, ognuna col proprio avvolgimento d'eccitazione di 65 spire, simmetriche rispetto al piano medio e separate magneticamente da un grosso anello di rame col quale formano un insieme ben rigido. L'armatura è anche essa doppia, ma le due sue parti, di cui una funziona da generatore e l'altra da motore, sono meccanicamente indipendenti l'una dall'altra ed ognuna ha un proprio albero distinto da collegarsi rispettivamente al meccanismo conduttore e al meccanismo condotto; la continuità elettrica fra le due armature, a costituire il medesimo circuito, è data da mercurio interposto.

Il ferro dell'armatura e dell'induttore è anch'esso usato come materiale conduttore. Le dimensioni di tutto l'apparecchio non oltrepassano quelle di un ordinario rotismo pel cambio di velocità. Se esso viene impiegato come semplice giunto, l'eccitazione dalla parte del mo-

tore e da quella del generatore sono eguali; se si vuole invertire la rotazione di una delle armature, basta invertire la corrente d'eccitazione del campo corrispondente; se si vogliono velocità diverse dalle due parti, basterà cambiare il rapporto delle due correnti d'eccitazione in modo che sia inverso a quello delle velocità desiderate. Poichè il rapporto fra le eccitazioni si può variare come si vuole, è ovvia la superiorità di questo sistema sugli altri.

Inoltre, sotto il riguardo elettrico, esso presenta tutti i vantaggi delle macchine unipolari, ossia assenza di perdite nel ferro, massima utilizzazione dei materiali impiegati, possibilità di raggiungere velocità periferiche assai elevate, stante la grande rigidità meccanica; ed in confronto delle altre macchine unipolari possiede di più il vantaggio della mancanza di connessioni in serie. Si hanno così delle correnti dell'intensità di 50.000 a 100.000 ampère, che generalmente non si possono usare, sotto una tensione dell'ordine di 0,5 volt. L'utilizzazione di materiale è quindi portata ad un grado altissimo.

Quanto agli inconvenienti che può dare l'impiego del mercurio, questi possono essere di due specie: onde nel liquido e attrito. Quelli della prima specie si possono evitare con opportuna configurazione delle pareti e facendo l'interferro abbastanza piccolo. Per l'attrito interno del mercurio, è stato trovato che esso è poco diverso da quello dell'acqua.

L'A. dà le formole per calcolarlo.

I diagrammi delle f. e. m. e dell'induzione nel primario e nel secondario sono linee rette.

Le perdite sono quasi esclusivamente quelle dovute alle resistenze elettriche primarie e secondarie; tuttavia in certe condizioni si è notata una spinta assiale, e in talune circostanze delle pressioni sul supporto; ma ciò si potrà evitare studiando meglio la configurazione di varie parti della macchina.

Furono fatte delle prove riempiendo con mercurio i vuoti interni, facendo la velocità primaria $n_1 = 600$, le eccitazioni $I_1 \sim 10,5$ ampère, $I_2 = 25$ ampère. La coppia misurata dal lato del motore col freno era di kgm. 5,44. Le perdite totali erano 2320 watt, di cui 1720 per effetto joule. Mediante misure fatte con mercurio e senza, si trovò una perdita di 600 watt dovuto all'attrito di esso. L'induzione dal lato del motore era $B_2 = 7800$; potendosi quindi ottenere con l'induzione massima di 18.000 gauss, una coppia di 12,5 kgm., se anche nel primario $B_1 = 18.000$, nelle quali condizioni l'A., basandosi su misure in corto circuito eseguite con secondario fermo e $n_1 = 600$, calcola $n_2 = 478$, sarà il lavoro del secondario di 6120 watt; e, ritenendo che le perdite si mantengano costanti, cioè 2320 watt, si richiederà al primario il lavoro:

$$L_1 = 8440 \text{ watt}$$

e il rendimento sarà 0,73.

Tale rendimento però è suscettibile di notevole miglioramento, modificando qualche particolare costruttivo e facendo lavorare l'apparecchio alla velocità primaria di 1800 giri, per la quale il modello di prova

fu progettato. Invero se si ripete il calcolo fatto prima, ammettendo questa velocità e le medesime perdite per attrito e per effetto Joule, si trova una potenza di 29,4 HP e un rendimento di 0,90. In tal caso evidentemente il rapporto di trasformazione è 1:1. Col rapporto 1:2,5 si avrebbe il rendimento 0,81; 0,92 col rapporto 1:1 e la potenza di 60 HP; 0,80 con rapporto 1:3,75 e 16 HP.

E' da notare che la coppia può essere notevolmente elevata, con grande vantaggio all'avviamento ed in salita.

Per studiare l'effetto dell'attrito del mercurio, fu costruito un modello speciale. Esso era tenuto in movimento da un motore elettrico a corrente continua; sperimentando su vari liquidi, mentre si manteneva in ogni caso la tensione di questo motore a 220 volt e la velocità a 1820 giri; si ebbero i seguenti risultati:

Senza liquido — Il motore assorbiva	amp.	1,9
Con mercurio — Il motore assorbiva	"	2,8
Con acqua — Il motore assorbiva	"	1,9
Con olio, nei primi minuti dell'esperienza — Il motore assorbiva	"	8
Con olio, dopo essersi riscaldato — Il motore assorbiva	"	2,9

Il mercurio dunque sembra trovarsi in disaccordo con la teoria, ma la ragione di ciò risiede in una lieve eccentricità dell'armatura, in modo che le onde di mercurio venivano spinte su, con conseguente aumento di lavoro assorbito.

Perdite. — Le perdite calcolate in base agli elementi del modello sul quale si sperimentava erano:

1) Per effetto Joule nell'indotto	watt	1820
2) Per effetto Joule nell'eccitazione	"	900
3) Per l'attrito nel mercurio	"	320
4) Per l'attrito nei perni e negli anelli	"	220

Potenza e rendimento. — 1. Rapporto di induzione 1:1. La f. e. m. generata è di volt 0,980 e la corrente di ampère 45.000 la potenza assorbita, tenuto conto delle perdite calcolate è di 45,700 watt, e quella sviluppata nel secondario di 42.300, con un rendimento di 0,93. L'esperienza in causa delle maggiori perdite per attriti del mercurio dà 0,89.

Vi è un lieve slittamento di 4,1 % dovuto alla caduta di potenziale.

2. Rapporto di riduzione 1:4. Con analogo calcolo si trova il rendimento di 0,82 e lo slittamento dell'11 %.

Rendimento commerciale. — *Peso.* — Il peso dell'apparecchio è 115 kg. per 60 HP col rendimento 0,90. Una macchina di pari potenza e velocità dell'A. E. G., secondo il listino di luglio 1911, pesa 700 kg. e quindi un gruppo motore-generatore pesa 1400 kg., senza piastra di fondazione, la quale non è necessaria per la macchina descritta.

Questa pesa dunque l'8 % di un gruppo formato con macchine normali, il quale inoltre, secondo il medesimo listino, darebbe un rendimento 0,79, in luogo di 0,93 ottenibile con questo riduttore unipolare.

Riscaldamento. — La produzione di calore è piuttosto elevata, ma la macchina si trova in condizioni favorevoli per eliminarlo, stante l'assenza di sostanze isolanti e di intercapedini d'aria, queste ultime essendo sostituite da strati di mercurio, che, se fatto convenientemente circolare, può agevolare la dissipazione di calore. In ciò può essere utile guida l'esperienza acquistata nel caso analogo dell'olio circolante nei cuscinetti di turbine ad alta velocità.

M. M.

I. SCHILLO: *Misure di velocità angolari assai grandi per mezzo di dispositivi stroboscopici.* — (E. T. Z., 1912, 15 febbraio).

Gli ordinari tachimetri si prestano poco a misurare velocità angolari assai elevate, come quelle corrispondenti, ad esempio, ai 30.000 o 40.000 giri che fanno talvolta gli alberi motori delle piccole turbine a vapore. L'A. avendo constatato che non è sempre privo di inconvenienti l'uso, a velocità simili, di ingranaggi riduttori di velocità, ha sperimentato con ottimo esito il dispositivo stroboscopico seguente.

Sull'albero di un motorino elettrico ausiliario del quale si possa far variare il numero dei giri si fissa un disco di cartone provvisto di fessure radiali equidistanti; si fissa poi un disco simile di cartone nero, portante delle righe bianche radiali pure equidistanti, sull'albero di cui si deve misurare la velocità angolare. È allora ben noto che guardando il secondo disco, in rotazione, attraverso le fessure del primo disco, pure, in rotazione, le righe bianche appariranno immobili, quando abbia valori interi il rapporto

$$N z$$

$$n Z$$

essendo rispettivamente N ed n i giri per minuto della turbina e del motorino elettrico e z , Z il numero delle righe e delle fessure sopra i dischi montati sull'albero della turbina e su quello del motore. In una delle esperienze fatte dall'A. essendo: $N \approx z$ ed $n \approx 2000$, si è fatto $z = 1$ e $Z = 20$.

La misura della velocità con questo sistema si riduce dunque a fissare i dischi sui due alberi, mettere in moto le due macchine e regolare la velocità del motorino elettrico in guisa da vedere fermo il sistema delle righe bianche. Se in queste condizioni si misura n con un tachimetro ordinario, e si conosce altresì il valore (intero) del rapporto, $\frac{N z}{Z n}$ si potrà calcolare facilmente l'incognita N .

Per la determinazione del valore dell'accennato rapporto, l'A. osserva che esso è in relazione col numero delle immagini che si ve-

dono. In particolare se sul disco nero è tracciato un sistema di s righe equidistanti e sull'altro un numero eguale s di fessure, il numero A di righe radiali immobili che si vedono è espresso da:

$$A = \left(\frac{N}{n} \pm 1 \right) \cdot s$$

nella quale relazione occorre prendere il segno $+$ oppure il segno $-$ a seconda che i dischi girano in senso contrario o nello stesso senso. Converrà, dunque, in pratica, realizzare l'immobilità del sistema di righe, contare il numero A di righe e misurare n ; la relazione precedente dà senz'altro N in funzione di questa grandezza e di s (eguale contemporaneamente a z ed a Z) il quale è noto per costruzione.

La relazione precedente si complicherebbe considerevolmente se si volesse sperimentare con un numero di fessure diverso da quello delle righe.

U. B.

Illuminazione.

W. HECHLER: *L'economia delle lampade a fiamma e i miglioramenti possibili*. — (E. T. Z., Vol. XXXIII, pag. 290, Marzo 1912).

Uno dei compiti principali che la fabbricazione delle lampade ad arco a fiamma si è in questi ultimi anni prefisso è l'allungamento della durata dell'accensione; ma mentre soltanto affatto recentemente si è riusciti in America a preparare carboni ad effetto capaci di ardere lungo tempo, tutti gli sforzi sono stati in precedenza rivolti ad ottenere lo scopo, modificando la lampada, sia per permettere l'impiego di carboni lunghi fino 75 cm., sia per permettere l'automatica sostituzione dei carboni bruciati con altri di riserva, sia finalmente, e in verità con miglior successo, per ritardare il consumo dei carboni stessi limitando l'accesso dell'aria, in quest'ultimo caso la difficoltà principale essendo quella di guidare il fumo, che accompagna l'arco, ad opportuni condensatori lontani dalla zona di irradiazione utile.

Con ciò si è bensì raggiunto di rendere cinque o sei volte maggiore la durata dei carboni, ma a detrimento dell'irradiazione luminoso, che rimane assai minore di quello delle ordinarie lampade a fiamma.

L'A. si è perciò prefisso di studiare il miglioramento economico conseguibile in un impianto di illuminazione di questo genere mediante una migliore utilizzazione della tensione disponibile, e inoltre il miglioramento economico conseguibile nella lampada in sè, e in particolare in quella ad accesso d'aria limitato.

Coi carboni impregnati si usa consumare nelle resistenze addizionali circa il 37 % della tensione disponibile, mentre con due lampade in serie da 12 ampère e 40 volt, l'A. ha constatato che è sufficiente il 2 o 3 %, una percentuale maggiore essendo necessaria soltanto nell'atto dell'accensione: ottenuti quindi elettrodi che permettano una

luce sufficientemente tranquilla anche sotto tensioni maggiori, la caduta di tensione nelle resistenze addizionali può essere senz'altro diminuita, e ciò con tanto maggiore vantaggio in quanto la perdita richiesta per la stabilizzazione dell'arco colla modificazione degli elettrodi è più che compensata dal fatto che l'intensità luminosa a parità di corrente cresce più che proporzionalmente colla tensione.

E che una migliore utilizzazione della tensione disponibile si possa raggiungere soltanto coll'impiego di elettrodi convenienti è dimostrato dall'impiego di tre lampade in serie in confronto all'inserzione di due soltanto, nel quale il maggior rendimento è soprattutto dovuto al diverso comportamento della lampada: negli ultimi anni è stato poi chiaramente dimostrato quanto influisca sul rendimento della lampada il rapporto fra la tensione totale di alimentazione e la tensione disponibile ai morsetti di ciascuna lampada, come pure l'influenza favorevole della resistenza addizionale induttiva in confronto alla resistenza ohmica: concordi misure hanno poi dimostrato che i watt per candela diminuiscono coll'aumentare della potenza elettrica assorbita dalla lampada.

Infatti nuove misure hanno permesso di constatare che a tensione costante i watt per candela diminuiscono coll'aumentare della corrente e ciò tanto più decisamente, se è possibile di mantenere nelle successive ricerche la medesima sezione degli elettrodi.

Tenendo invece costante la corrente ed aumentando gradualmente la tensione si riscontra che i watt per candela dapprima diminuiscono per poi aumentare di nuovo, coll'avvertenza però che la tensione più favorevole è per gli archi fra carboni notevolmente al di sopra della tensione generalmente in uso, mentre per esempio nell'arco a magnetite coincide colla tensione di alimentazione in pratica prescritta.

All'emissione della luce prendon parte le estremità incandescenti dei carboni e l'arco propriamente detto, la proporzione relativa essendo però nei risultati sperimentali alquanto incerta, per essere state le misure generalmente fatte invertendo la posizione dell'arco in confronto a quella che l'arco deve mantenere nelle lampade ad arco intensive, e ciò allo scopo di poter proiettare e misurare l'irradiazione dell'arco separatamente da quella delle estremità incandescenti dei carboni; risultati incerti si ottengono anche tentando di arrivare allo scopo studiando la distribuzione dello splendore intrinseco, mentre risultati di maggiore fiducia sembra possa dare lo studio della distribuzione dell'emissione nell'arco, problema che è strettamente collegato collo studio della distribuzione dell'energia nell'arco stesso.

Per determinare questa distribuzione basta poter allora separare la caduta di tensione spettante al passaggio fra gli elettrodi e l'arco da quella spettante all'arco propriamente detto, scopo che può essere approssimativamente raggiunto determinando le caratteristiche dell'arco in esame per almeno due lunghezze d'arco; caratteristiche che permettono di stabilire la relazione fra la tensione totale e la lunghezza d'arco per corrente costante: da quest'ultima caratteristica è graficamente possibile di ottenere la caduta di tensione corrispondente all'arco di lunghezza zero, che non è evidentemente altro che la caduta di tensione

nel passaggio della corrente dagli elettrodi all'arco. Veramente, a differenza di quanto succede per l'arco fra carboni ordinari, questa caratteristica per le piccole lunghezze d'arco non è una retta, ma una curva concava rispetto all'asse delle ascisse; si può però egualmente arrivare con questo mezzo a stabilire che mentre in un arco fra carboni omogenei dei 45 volt applicati soltanto il 4 % spetta all'arco propriamente detto, nella lampada a magnetite degli 80 volt applicati, il 70 % spettano all'arco, e nella lampada con carboni a fiamma dei 40 volt applicati spettano all'arco il 55 a 60 %, nella medesima proporzione distribuendosi l'energia; nell'ipotesi quindi che il rendimento ottico permanga lo stesso per gli elettrodi e per l'arco, l'arco contribuisce all'emissione della luce nel caso di carboni impregnati ancora col medesimo 55 a 60 %.

Da ciò discende la grande importanza che sull'emissione di luce di tali lampade ha ogni modificazione della colonna gassosa.

Ora è provato che la sezione media di tale colonna cresce più lentamente che l'intensità della corrente, e quindi anche il mantello esterno che ne favorisce il raffreddamento, quindi aumenta la densità di corrente e la temperatura e conseguentemente migliora l'economia.

Se si ammette che anche nell'arco a fiamma come nell'arco a carboni ordinari rimanga invece costante la temperatura del cratere, si viene alla conclusione che la migliore economia è soltanto dovuta al più favorevole comportamento dell'arco in sé.

Sulla temperatura dei gaz influisce però anche favorevolmente l'irradiazione calorifico delle estremità incandescenti degli elettrodi e ciò tanto meglio quanto più è piccola la lunghezza dell'arco; d'altra parte un'eccessiva vicinanza degli elettrodi diminuirebbe per altra via l'emissione della luce: perciò l'economia complessiva corrisponde a una determinata lunghezza d'arco variabile colla natura degli elettrodi adoperati; mentre un aumento della caduta di tensione nella colonna gassosa è sempre di vantaggio all'emissione luminosa.

Ogni raffreddamento della colonna gassosa, come quello causato per esempio dall'impiego di elettrodi di maggiore sezione importa un peggioramento dell'economia, e così pure nello stesso senso influisce la limitazione dell'accesso dell'aria, perchè diminuisce lo sviluppo di calore per combustione, calore di combustione che dev'essere allora compensato da una maggiore erogazione di energia elettrica, cioè da un aumento della tensione dell'arco, a parità, si intende, delle altre condizioni.

Così se si confrontano due archi fra carboni ordinari, ma uno all'aria libera e l'altro con accesso d'aria limitato, si constata che il primo richiede una tensione di 50 volt e il secondo di 70, la differenza essendo in gran parte dovuta alla maggior caduta di tensione fra arco ed elettrodi; analogamente con carboni impregnati a parità di tensione e di corrente si ottiene sotto accesso d'aria limitato una lunghezza d'arco assai minore, rimanendo una caduta di tensione minore a disposizione della colonna gassosa, onde un peggioramento nell'economia che può essere in parte annullato convenientemente aumentando il contenuto in sali metallici degli elettrodi adoperati. Tali elettrodi sareb-

bero invece inadatti per funzionare all'aria libera per l'eccessiva lunghezza e instabilità dell'arco cui darebbero luogo.

Comportamenti analoghi si hanno per l'arco a corrente alternata, dove però si aggiunge il fenomeno dell'isteresi dell'arco, studiato per la prima volta dal Simon; l'A. arriva in proposito alla conclusione che non si possa sperare un miglioramento dell'economia dell'arco a fiamma, se non quando si possano ottenere elettrodi per corte lunghezze d'arco e forti differenze di potenziale.

Mentre finora si è cercato di migliorare l'economia dell'arco aumentando la sua temperatura e diminuendo le perdite di calore, è presumibile che in avvenire il problema si abbia a modificare nel senso di utilizzare nel miglior modo le condizioni esistenti di temperatura: è noto infatti che dell'intera energia irradiata dall'arco soltanto una frazione compresa fra il 10 e il 17%, secondo la natura degli elettrodi, si trasforma in luce, mentre nelle lampade a filamento metallico questa frazione scende al 4 o 5 %.

Non esistono misure quantitative assolute sulla distribuzione di energia nello spettro di un arco a fiamma, ma soltanto misure di confronto collo spettro d'una lampada a incandescenza a filamento di carbone.

Tale confronto mostra che in corrispondenza ad alcune linee di emissione del metallo del sale adoperato per impregnare i carboni l'emissione è di gran lunga maggiore di quella corrispondente alla medesima lunghezza d'onda nella lampada a incandescenza, mentre d'altra parte sembra dimostrato che l'economia dell'arco a fiamma non aumenta ulteriormente quando la quantità di sale adoperato supera un determinato per cento, come se oltre tale per cento i vapori corrispondenti non potessero essere ulteriormente utilizzati dall'arco per l'emissione della luce, ma abbandonassero l'arco stesso sotto forma di fumo.

Sembrerebbe allora che i sali più adatti dovessero appartenere a quei medesimi metalli, cui le nuove lampade a incandescenza metalliche devono la loro superiorità su quelle a carbone.

Importantissima deve poi essere, come avviene anche per esempio nella reticella Auer, la giusta proporzione fra i diversi sali, e come mostra il fatto che l'aggiunta all'arco a magnetite di ossido di zirconio è utile soltanto finchè questo non supera una certa quantità.

La strada quindi per ottenere elettrodi adatti al funzionamento economico di lampade a fiamma con accesso d'aria limitato è in gran parte tracciata, non resta principalmente che a superare le difficoltà tecniche inerenti all'inizio d'una produzione industriale. G. R.

H. PÉCHEUX: *Proprietà elettriche dei filamenti (trafilati) delle nuove lampade Osram.* — (Lum. Electr., 30 marzo 1912).

L'A. si è proposto lo studio delle proprietà elettriche dei filamenti trafiletti delle nuove lampade Osram seguendo gli stessi concetti con i quali ha studiato tempo addietro i filamenti delle antiche lampade (Atti dell'A. E. I., Recensioni del mese di luglio 1911).

1.° — Costanti elettro-ottiche.

L'intensità luminosa I (per es. in *direzione orizzontale*) di una lampada elettrica ad incandescenza può rappresentarsi in funzione della tensione E di alimentazione (almeno entro limiti non troppo larghi) con una espressione del tipo:

$$I = A E^m$$

essendo A , m due costanti che il Pécheux chiama *elettro-ottiche* e che caratterizzano il filamento della lampada.

In due delle nuove lampade a filamento trafilato, da 25 candele (decimali) e per 130 volt, queste costanti avevano i valori seguenti (supposto di esprimere ancora I in candele decimali ed E in volt):

$$A_1 = 2,397 \cdot 10^{-6} \qquad m_1 = 3,32$$

$$A_2 = 2,515 \cdot 10^{-6} \qquad m_2 = 3,29$$

Queste costanti hanno valori *molto* diversi da quelle degli antichi filamenti delle Osram. (Atti A. E. I., Recensioni del mese di luglio 1911); si accertano invece piuttosto alle costanti dei filamenti delle lampade Z (tungsteno-zirconio?) le quali per il tipo 130 volt - 25 candele sono:

$$A = 2,28 \cdot 10^{-6} \qquad m = 3,3$$

2.° — Resistività e coefficiente di temperatura.

Rappresentando la resistenza a t° mediante quella a 0° con una espressione del tipo:

$$R_t = R_0 (1 + a t)$$

la quale vale naturalmente solo per variazioni di temperatura di qualche diecina di gradi. l'A. ha trovato rispettivamente per le due lampade:

$$R_0 = 46,15 \text{ ohm.} \qquad a = 0,0024$$

$$R_0 = 55,16 \text{ »} \qquad a = 0,0025$$

In base alle dimensioni dei filamenti si è potuto calcolare che la loro resistività in microm-cm. era rispettivamente di 5,06 e di 6 microm-cm., maggiore di quella degli antichi filamenti Osram.

Si noterà anche che il coefficiente di temperatura è notevolmente minore di quello comune a quasi tutti i metalli puri ($\sim 0,004$).

3.° — *Caratteristiche elettriche.*

Dalle caratteristiche elettriche dei filamenti (curve ottenute prendendo come ascisse le intensità di corrente che li attraversano e come ordinate le corrispondenti tensioni applicate agli estremi della lampada) l'A. deduce che i nuovi filamenti hanno comportamento vicino a quello dei filamenti delle lampade Z, ma nettamente diverso da quello degli antichi filamenti osram.

4.° — *Rapporto $\frac{R_n}{R_o}$*

L'A. ha qui mostrato (Recensioni, luglio 1911) che a caratterizzare la natura d'un filamento serve assai bene il rapporto fra la resistenza R_n del filamento a caldo (tensione normale) e quella R_o a 0°. Per questi nuovi filamenti l'A. trova in media

$$\frac{R_n}{R_o} = 12,47$$

mentre aveva già trovato: per gli antichi filamenti Osram:

$$\frac{R_n}{R_o} = \sim 15,8$$

e per quelli delle lampade Z (tungsteno-zirconio):

$$\frac{R_n}{R_o} = \sim 11,35.$$

L'A. ne conclude che *i nuovi filamenti traflati delle Osram sono nettamente diversi* (probabilmente anche nella costituzione chimica) *dagli antichi della stessa fabbrica*; e che hanno invece comportamento molto simile a quello dei filamenti delle lampade Z.

U. B.

Materiali.

J. A. FLEMING. e G. B. DIKE: *Fattore di potenza e conduttività dei dielettrici provati a diversa temperatura con corrente alternata ad alta frequenza.* — (The Electrician, 29 marzo, 5, 12 aprile 1912).

È noto che la conduttività dei dielettrici alle alte frequenze delle correnti telefoniche (900 ÷ 5000 p. p. s.) è maggiore di quella che essi presentano per la corrente continua: scopo di questo lavoro è appunto il riferire misure fatte a diversa temperatura e con alte frequenze della conduttività S , della capacità C e del rapporto $\frac{S}{C} = s$ di vari dielettrici.

L'esperienza dice che quando si sottopone un dielettrico a una

tensione alternativa di frequenza $n = \frac{\omega}{2\pi}$ oltre che una corrente $V \omega C$ sensibilmente in quadratura con V si ha anche un consumo di energia:: a V^2 , vi deve quindi essere una corrente $S V$ in fase con V e quindi un fattore di potenza $s / \sqrt{s^2 + \omega^2} = \sim s/\omega$. Il valore di S è però funzione della frequenza o per meglio dire, al meno nei limiti delle esperienze, consta di 2 parti: una indipendente e una sensibilmente proporzionale alla frequenza a cui corrisponde una perdita di energia nel dielettrico analoga alla perdita per isteresi nel ferro, col simbolo S quando si deve intendere una cosa affatto diversa dal reciproco della resistenza R misurata colla corrente continua.

Gli autori dopo aver ricordato i vari fenomeni che allontanano i dielettrici reali dagli ideali passano a descrivere le modalità delle esperienze fatte su piccoli condensatori a dielettrico di carta di manilla, carta parafinata di manilla, celluloidi, gutta-percha, caucciù, caucciù vulcanizzato, ebanite, vetro, mica ed altri materiali tagliati in lamine dello spessore da 1 ÷ 2 mm. e di 3,5 × 12 cm. di lato. Le prove furono fatte colla frequenza 920, 2760, 4600 e a temperature variabili da 15 ÷ 80° C. determinando in ogni caso S , C e il fattore di potenza.

Vetro. — Per questo come per gli altri materiali gli autori danno i risultati delle esperienze in curve, l'andamento del fattore di potenza $\frac{s}{\omega} = \frac{S}{C\omega}$ in funzione della temperatura mostra che fino a 40 C è quasi indipendente dalla frequenza e poi aumenta al decrescere della frequenza; l'andamento della conduttività specifica τ per cm.³ mostra che essa cresce al crescere della temperatura ed è una funzione lineare della frequenza $\tau = a + b n$.

Celluloidi. — A temperatura ordinaria la capacità è indipendente dalla frequenza, ma per alte temperature decresce al crescere della frequenza; il fattore di potenza e la conduttività crescono rapidamente colla temperatura.

Carta. — Furono fatte esperienze su condensatori a carta di manilla e a carta asciugante ordinaria, le quali hanno dimostrato la grande importanza dell'umidità sul rapporto $\frac{S}{C\omega}$ e quindi sul fattore di potenza dei condensatori fatti con questo materiale; occorre quindi disseccare accuratamente la carta per avere un valore conveniente a S e C . Si è anche provato a interporre uno strato di mica tra 2 strati di carta, ma si è visto che mentre veniva arrestata la corrente continua, la conduttività per le alte frequenze non diminuiva che con carta molto asciutta: pare quindi confermato che si tratti di una conduttività elettrolitica la quale aumenta col crescere dell'umidità.

Anche la carta impregnata con parafina (fig. 1) se è prosciugata prima di essere imbevuta presenta, come la carta semplice accuratamente asciugata, un fattore di potenza costante a ogni temperatura e frequenza, ma se non è asciugata tanto S quanto $\frac{S}{C\omega}$ aumentano colla temperatura, S aumenta pure colla frequenza mentre $\frac{S}{C\omega}$ diminuisce. Esperienze fatte su cavi della « British Insulated and Hilsby Cable Co. »

hanno confermato che la conduttanza è indipendente dalla temperatura alle più basse frequenze, ma aumenta colla frequenza per la stessa temperatura e decresce coll'aumentare della temperatura alle più alte frequenze.

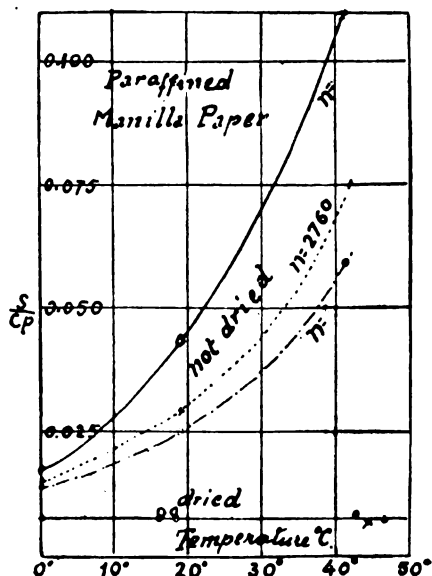


Fig. 1.

Ebanite. — Il fattore di potenza aumenta rapidamente colla temperatura ma non dipende dalla frequenza.

Caucciù e gutta-percha. — Mentre il caucciù semplice ha un comportamento analogo al vetro, il vulcanizzato presenta una forte anomalia in quanto che il fattore di potenza decresce al crescere della temperatura fino a circa 20° e poi aumenta, i valori sono poco influenzati

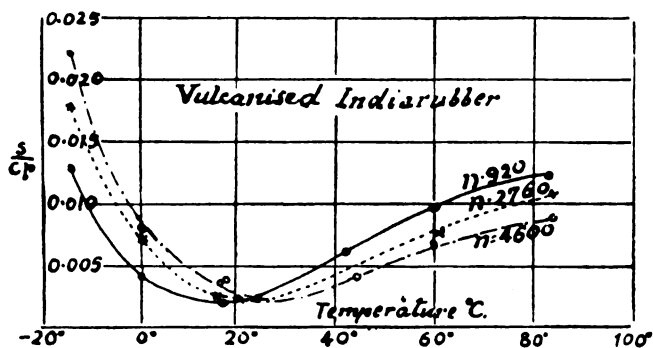


Fig. 2

dalla frequenza. Anomalia simile presenta la gutta-percha (fig. 3) solo che invece di un minimo presenta un massimo a circa 15°; dato questo

loro opposto comportamento si comprende l'importanza di queste misure per i cavi telefonici data l'influenza del rapporto $\frac{S}{O}$ sullo smorzamento.

La tabella seguente riassume i valori più importanti che si possono dedurre dalle prove fatte:

DIELETTRICI	Frequenza "	Costante dielettrica k alla frequenza "	Variazione % di k per grado C	Resistività in megahom per cm. ³ alla frequenza "	Fattore di potenza alla frequenza "	$\frac{S}{C} = s$
Vetro a 17° C	920	6,60	+ 0,260	16900	0,018	104
	2760	6,50	+ 0,190	6400	0,016	277
	4600	6,50	+ 0,160	4000	0,015	423
Celluloide a 15° C.	920	4,02	+ 0,523	28000	0,012	66
	2760	4,00	+ 0,440	16000	0,012	179
	4600	4,00	+ 0,384	11500	0,012	363
Carta di Manilla asciutta a 19° C	920	1,95	+ 0,108	140000	0,007	41,6
	2760	1,95	+ 0,106	46700	0,007	125
	4600	1,95	+ 0,112	26000	0,008	225
Parafina a 17° C	920	2,36	prossimo	2460000	0,0003	3
	2760	2,36	a	493000	0,0005	10
	4600	2,36	zero	296000	0,0005	17
Mica a 16° C	920	4,00	+ 0,060	423500	0,001	7
	2760	4,00	+ 0,060	141200	0,001	21
	4600	4,00	+ 0,060	50000	0,002	58
Ebanite a 19° C.	920	3,17	+ 0,360	148500	0,005	24
	2760	3,15	+ 0,310	38500	0,005	93
	4600	3,14	+ 0,290	23100	0,005	155
Caucciù a 18° C	920	2,60	— 0,062	145500	0,005	30
	2760	2,60	— 0,062	54500	0,005	80
	4600	2,60	— 0,062	35400	0,004	123
Caucciù vulcanizzato a 17° C	920	2,73	— 0,150	343300	0,002	12
	2760	2,71	— 0,130	103000	0,002	40
	4600	2,71	— 0,140	38100	0,004	108
Gutta-percha a 15° C . . .	920	2,86	+ 0,105	33700	0,020	117
	2760	2,86	+ 0,124	10200	0,023	389
	4600	2,86	+ 0,133	5600	0,025	708
Ardesia asciutta a 17 C . .	920	12,70	piccolo	1760	0,086	500
	2760	11,90	ma non de	66	0,082	1430
	4600	11,90	terminato	430	0,074	2147
Solfo a 16° C	920	4,20	molto	1480000	0,0003	2
	2760	4,20	piccolo	370000	0,0004	8
	4600	4,20		300000	0,0003	10

Gli autori traggono dalle loro esperienze le seguenti conclusioni:

1° tutti i dielettrici presentano una maggiore conduttività per la corrente alternata che per la continua ;

2° quest'aumento di conduttività implica maggiore consumo di energia allo stesso potenziale ;

3° la conduttività aumenta col crescere della temperatura eccetto nel caso del caucciù vulcanizzato fino a 20° C. e dalla gutta-percha sopra i 15° C. Nel caso della mica e di carta molto asciutta essa non dipende dalla temperatura tra 0° e 60° ;

4° la conduttività è in generale una funzione lineare della frequenza e può essere espressa con $\sigma = a + b n$ dove a e b sono coefficienti funzioni della temperatura

5° La conduttività, specialmente la parte denotata con a , è molto influenzata dalla presenza di umidità nel dielettrico: essa probabilmente coincide colla conduttività alla corrente continua ;

6° la parte denotata con a è probabilmente di natura elettrolitica, mentre quella proporzionale alla frequenza corrisponde a una perdita sul dielettrico analoga all'isteresi nel ferro ;

7° la costante dielettrica per f. e. m. alternata è sempre minore di quella che si ha per f. e. m. continua ;

8° nel caso di caucciù e caucciù vulcanizzato il coefficiente di temperatura della costante dielettrica, per le frequenze telefoniche, può essere negativo: questo risultato però non è sicuro ;

9° il rapporto $\frac{S}{\omega C}$ prossimo al fattore di potenza è, per alcuni dielettrici, come la mica e la carta asciutta indipendente dalla frequenza e temperatura. Per lo più aumenta coll'aumentare della temperatura e decresce al crescere della frequenza. La variazione del fattore di potenza colla temperatura del caucciù vulcanizzato e gutta-percha è affatto anormale ;

10° quei dielettrici, come la gutta-percha e la celluloida, che hanno una grande conduttività per la corrente alternata, presentano spiccato il fenomeno della scarica residua e dell'assorbimento che consiste nell'impiegare un tempo piuttosto lungo a caricarsi e scaricarsi completamente, a differenza di quanto avviene nei dielettrici ideali ;

11° per certi dielettrici vi è una temperatura alla quale il fattore

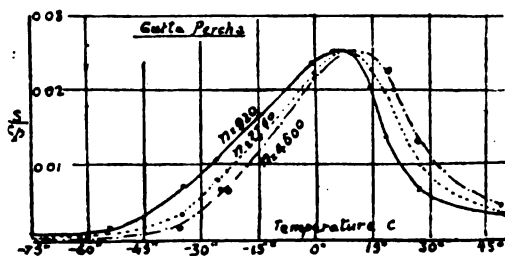


Fig. 3.

di potenza e la conduttività alla corrente alternata ha il massimo valore (fig. 3).

G. M.

Misure.

R. BEATTIE e H. GERRARD: *Un metodo di misura della permeabilità per mezzo di correnti alternate.* — (The Electrician, 1911, vol. 68, pag. 437).

Il dubbio che la permeabilità μ del ferro sia diversa (forse un poco minore) quando la magnetizzazione è prodotta con corrente alternata, che non quando è prodotta mediante corrente continua, rende desiderabile che la misura di μ sia fatta direttamente con corrente alternata. Essendo per ciò necessario determinare i valori massimi della corrente e dell'induzione bisogna ricorrere di solito al rilievo delle curve di variazione mediante oscillografi od altri apparecchi equivalenti. Per evitare questa difficoltà gli AA. propongono un nuovo metodo, basato su l'uso di un anello magnetico ausiliario e di un wattometro.

Il nucleo magnetico dell'anello ausiliario deve essere così finemente suddiviso da rendere trascurabili le perdite per correnti parassite. In tal caso l'energia consumata per magnetizzazione alternativa riferita ad un ciclo (cioè divisa per la frequenza) dipende solo dal valor massimo dell'induzione:

$$(1) \quad \frac{W}{n} = \gamma (B_{max})$$

e poichè B_{max} dipende unicamente dal valor massimo del campo e quindi, per un dato circuito magnetizzante, dal valor massimo della corrente I_{max} si ha anche

$$(2) \quad \frac{W}{n} = \psi I_{max}.$$

Con ciò si suppone che non si abbiano dei cicli di isteresi intrecciati, che cioè le curve di variazione della corrente e della differenza di potenziale, oltre ad avere i due semiperiodi eguali, siano così fatte, che nella durata di un periodo la corrente presenti due soli massimi eguali ed opposti e la differenza di potenziale diventi nulla soltanto due volte. Determinate sperimentalmente, per esempio con metodi oscillografici, le curve di taratura (1) o (2), la lettura fatta su di un wattometro, che misuri l'energia consumata dall'anello ausiliario, ci può dare il valore massimo sia dell'induzione che della corrente. Se ora si suppone che il saggio da provare abbia anch'esso la forma di anello (di dimensioni assai maggiori che quello ausiliario) e sia fornito di un secondario, si può procedere alla misura della permeabilità in due modi.

1.° Si magnetizza il saggio con una corrente sinusoidale e si utilizza la f. e. m. indotta nel secondario per magnetizzare l'anello ausiliario. Dall'energia, assorbita da quest'ultimo e misurata col wattometro, si ricava mediante la curva di taratura il corrispondente B_{max} e da questo, mediante i rapporti dei numeri delle spire e delle sezioni, si deduce il B_{max} nel saggio, supponendo trascurabili le cadute ohmiche di potenziale nel circuito secondario. Il valore di I_{max} (e quindi di

H_{max}) si ricava da un amperometro inserito nel primario, nell'ipotesi che la corrente sia sinusoidale e che gli ampergiri del secondario sul saggio siano trascurabili rispetto a quelli del primario. Questo primo metodo non può essere praticamente usato, per la difficoltà che si verifichino tutte le ipotesi necessarie.

2.° Si adopera una sorgente di f. e. m. sinusoidale e si magnetizzano in serie i due anelli: quello ausiliario e quello di saggio. Dalla energia consumata nel primo e misurata col wattometro si ricava, mediante l'altra curva di taratura, il valore di I_{max} . Dalla differenza di potenziale, misurata ai capi del secondario dell'anello di saggio, si deduce B_{max} supponendo che la variazione della f. e. m. sia sinusoidale. A tal uopo occorre, che la curva della differenza di potenziale ai capi del primario del saggio non sia distorta dalla inserzione dell'anello ausiliario, e per ciò quest'ultimo non deve assorbire che poche unità per cento della differenza di potenziale totale. Ne segue che la energia consumata dall'anello ausiliario è sempre molto piccola ed occorre un wattometro di grande sensibilità. Gli AA. hanno trovato una coincidenza molto soddisfacente, fra i risultati di questo secondo metodo e quelli ottenuti determinando la I_{max} con l'oscillografo.

(Fra i due ingegnosi metodi proposti dagli AA. per la determinazione di μ con corrente alternata, il primo è da scartare senz'altro per la impossibilità pratica di realizzare condizioni di magnetizzazione alternativa simili a quelle di impiego industriale, quando si voglia adoperare una corrente, il cui andamento si avvicini anche solo grossolanamente alla sinusoide. Assai meglio praticabile è il secondo metodo, ma esso dal canto suo richiede l'uso di f. e. m. sinusoidali e questa condizione non è soddisfatta, anche con le macchine più adatte (p. es. con le vecchie macchine Siemens a disco), se non con l'approssimazione del 2 o 3 % ed anche più. Per misure di qualche esattezza occorrerebbe dunque conoscere il coefficiente di forma della f. e. m. adoperata, ma esso non può essere conosciuto a priori perchè varia non solo con l'eccitazione del generatore, ma anche, per le piccole macchine, da un saggio all'altro. E se si deve ricorrere ad un oscillografo o ad un apparecchio equivalente per ricavare la forma della curva di f. e. m., vale la pena di usarlo anche per ottenere la I_{max} evitando le complicazioni del metodo proposto dagli AA. Che se poi si accettano gli errori, che possono provenire dalla forma non perfettamente sinusoidale della f. e. m., allora è meglio usare le misure statiche, che sono più approssimate, ovvero, per scopi strettamente pratici, il metodo molto semplice proposto da O. S. Bragstad e I. Liska nella E. T. Z., 1908, pag. 713, il quale dà ad un tempo la corrente magnetizzante e le perdite.

Si noti che gli AA. giustificano l'adozione del loro metodo con la possibile differenza fra misure statiche e misure con corrente alternativa, cioè con la supposta esistenza della viscosità magnetica; ma poi si servono delle relazioni (1) e (2), secondo le quali l'energia dissipata durante un ciclo è indipendente dalla frequenza, ed è quindi implicitamente escluso un effetto di viscosità. Si ricordi anche, che quando nel saggio le correnti parassite assumono qualche importanza, non è

corretto ricavare il valor massimo del campo H_{max} (e quindi μ) da quello della corrente I_{max} perchè il campo che effettivamente agisce sul ferro è prodotto simultaneamente dalla corrente magnetizzante e dalle correnti parassite. Infatti il valor massimo della corrente risulta in ritardo rispetto a quello del flusso ed è più corretto assumere come valor massimo del campo quello, che corrisponde al valore della corrente nell'istante in cui il flusso è massimo. Al non aver tenuto conto di questo fatto si devono per buona parte attribuire i risultati di alcuni sperimentatori, secondo i quali, già per le frequenze di uso industriale, si dovrebbe osservare una riduzione di permeabilità del ferro rispetto alla magnetizzazione statica].

G. V.

Trazione.

MINISTERO PRUSSIANO DEI LL. PP.: *Il primo anno di esercizio della trazione elettrica sulla Dessau-Bitterfeld.* — (E. T. Z. Volume XXXIII, pag. 368, aprile 1912).

Cominciate il 18 gennaio 1911 le corse di prova, poteva già il 10 febbraio essere applicata la trazione elettrica a qualche treno compreso nell'orario normale, così che a partire dal 1° marzo la coppia dei treni omnibus 403-404 fu regolarmente esercitata a trazione elettrica.

I cavi alimentatori dalla Centrale alla sottostazione dopo qualche mese di esercizio a 30.000 volt furono a partire dal 28 marzo regolarmente esercitati a 60.000 volt spingendo anche in un lungo periodo di prova la tensione a 66.000 volt.

La frequenza da 15 fu portata per un certo tempo a 16 2/3, ma dovette essere riportata a 15, per tale frequenza dovendo essere eseguite le prove delle locomotive.

Dal 22 maggio tutti i treni viaggiatori dalle 7 del mattino alle 5 del pomeriggio furono esercitati a trazione elettrica da due sole locomotive, le altre rimanendo destinate al servizio merci e rimanendo ancora pronte al servizio le locomotive a vapore: dal 7 giugno quest'ultimo provvedimento fu in gran parte abrogato.

Col 1° novembre finalmente dalle 5 del mattino all'una dopo mezzanotte l'intero servizio fu diviso in tre turni, dei quali due esercitati così 24 coppie di treni, oltre alle corse straordinarie e a un gran numero a trazione elettrica con 18 coppie di treni, le medesime locomotive lavorando nei due turni con personale diverso: successivamente anche il terzo turno fu esercitato a trazione elettrica che oggi comprende mero di corse di prova.

Una locomotiva viaggiatori Siemens-Schuckert ha già percorso 42.000 km., raggiungendo in qualche mese i 7450 km.; una notevole percorrenza ha anche ragunto una locomotiva merci della A. E. G., che in 8 mesi di esercizio ha percorso 21.000 km. con una prestazione di 9.000.000 tonn.-km.

Delle altre locomotive due, una viaggiatori e una merci. furono inviate all'Esposizione di Torino, ad un'altra si dovette rinforzare la

trasmissione, un'altra fu adibita ad esperienze intese ad aumentare la potenza mediante la ventilazione forzata, un'ultima richiese finalmente modificazioni sostanziali nel trasformatore, le locomotive essendo state fornite da costruttori diversi.

Furono fatte anche delle prove con una locomotiva delle Ferrovie di Stato del Baden, e con un'altra destinata alle Ferrovie francesi; su quest'ultima essendosi anche largamente sperimentata la pratica possibilità ed efficacia del recupero.

In Centrale il kilowattora al quadro richiese in corrispondenza a 2/3 di carico della turbina 8,4 kg. di vapore e 2,8 Cg. di carbone.

Oltre a ricerche sull'efficacia del regolaggio automatico della tensione, e sul comportamento della linea aerea nelle varie stagioni dell'anno, furono particolarmente studiate le locomotive, sulle quali si riscontrarono sforzi di trazione in marcia normale fino a 2150 kg. per le locomotive viaggiatori e fino a 3100 per le locomotive merci, e corrispondenti sforzi di trazione in avviamento fino a 9000 e fino a 17.000 kg.

L'aderenza arrivò in favorevoli condizioni d'avviamento, ma senza sabbia, fino ad 1/2. e al passo raggiunse ancora 1/3; i valori minimi dell'aderenza in condizioni climatiche sfavorevoli e senza l'impiego della sabbia oscillarono sugli scambi fra 1/8 e 1/10. Sempre in dipendenza dell'aderenza risultò una locomotiva elettrica capace di sviluppare uno sforzo di trazione del 25 % maggiore di una locomotiva a vapore a due cilindri.

Il consumo di energia agli archetti risultò per i treni viaggiatori di 29,5 w.o. per tonn. km., e per i treni merci di 16,5 w.o. tonn. km.

Il tempo trascorso non è ancora sufficiente a fissare le spese di manutenzione, ma non è stata ancora riscontrata alcuna eccezionale usura, in particolare una locomotiva ha potuto percorrere 30.000 km. e un'altra 20.000 senza richiedere alcun lavoro al collettore.

Non si è poi avuto a deplorare alcuna notevole interruzione d'esercizio, ma soltanto fu riconosciuta la necessità di rinforzare gli apparecchi di manovra della sottostazione: della linea aerea nessun isolatore fu fulminato in un anno di esercizio e i piccoli inconvenienti che si ebbero a lamentare furono unicamente dovuti a difetti degli archetti, difetti successivamente corretti.

Relativamente pochi furono anche i guasti alle locomotive; la rottura cioè della manovella dell'asse folle di una locomotiva viaggiatori, che poté però egualmente compiere il percorso iniziato, rottura dovuta a un difetto di materiale che richiese la sostituzione del medesimo organo anche nelle altre locomotive dello stesso tipo: qualche danno si riscontrò inoltre nel trasformatore di alcune locomotive, che non era stato opportunatamente progettato per lo speciale servizio.

Il personale non incontrò gravi difficoltà ad abituarsi al nuovo servizio; neppure i conducenti a riconoscere facilmente, malgrado l'ingombro dell'equipaggiamento aereo della linea, i segnali, difficoltà compensata d'altra parte dalla mancanza degli impedimenti frapposti alla facile visione del macchinista nella locomotiva a vapore; i conducenti notarono subito anche la maggiore facilità d'avviamento.

G. R.

N. 5.

INDICE

del più importanti articoli pubblicati nei periodici posseduti
dalla Biblioteca Centrale

(Vedi elenco delle abbreviazioni usate per i periodici a pag. 93 del fascicolo 1.^o)

Accumulatori e pile.

- *Cambiamenti di volume negli elettrodi degli accumulatori.* — C. TOONE.
— (El. Rev., L., 22 marzo 1912, Vol. 70, N. 1791, pag. 481).
- *Sugli accumulatori elettrici per luce.* — CH. WINTER. — (Z. El. ch.,
H., 15 febbraio 1912, Vol. 18, N. 4, pag. 138).

Applicazioni diverse.

- *I termometri a reattanza.* — HENRY. — Ind. El., P., 10 marzo 1912,
Vol. 21, N. 485, pag. 101).
- *Disgelo dei tubi mediante l'elettricità* — T. T. LOGIE. — (El. W., N.
Y., 2 marzo 1912, Vol. 59, N. 9, pag. 473).
- *Prove con « Vacuum cleaner » trasportabili.* — C. A. PIERCE. — (El.
W., N. Y., 2 marzo 1912, Vol. 59, N. 9, pag. 470).
- *Uso della corrente alternata per lo scarico del carbone.* — W. N.
RYERSON e J. B. CRANE. — (Am. Inst. E. E., marzo 1912, Vol. XXXI,
N. 3, pag. 231).
- *Comando elettrico di un elevatore da miniere.* — H. W. CHENEY. —
(Am. Inst. E. E., marzo 1912, Vol. XXXI, N. 3, pag. 215).
- *Equipaggiamento elettrico dell'osservatorio solare « Mount Wilson ».*
H. S. KNOWLTON. — (El. W., N. Y., 23 marzo 1912, Vol. 59, N. 12,
pag. 633).
- *L'elettricità nelle cave di carbone in America.* — HENRY. — (Ind. El.,
P., 25 marzo 1912, Vol. 21, N. 486, pag. 127).
- *Equipaggiamento elettrico delle macchine di sollevamento e trasporto.*
— W. VOGEL. — (El. Krb. Ba. ; Mü., 24 febbraio 1912, Vol. X, N. 6,
pag. 101).

Argomenti diversi.

- *L'elettricità all'Esposizione Internazionale di Torino, 1911.* — E. SOLERI. — (A. E. I., gennaio 1912, Vol. XVI, N. 1, pag. 3).
- *Analisi grafica dei costi a St. Louis.* — H. E. EISENMENGER. — (El. W., N. Y., 23 marzo 1912, Vol. 59, N. 12, pag. 614).
- *L'assicurazione del personale.* — A. MANES. — (E. T. Z., 22 febbraio 1912, Vol. 33, N. 8, pag. 181).
- *Che cosa devono fare l'elettricista, il costruttore e l'esercente?* — K. CZEIJA, — (E. T. Z., 22 febbraio 1912, Vol. 33, N. 8, pag. 177).
- *Sulle tariffe.* — NORBERG-SCHULZ. — (El. u. Masch., W., 7 aprile 1912, Vol. XXX, N. 14, pag. 289).
- *L'influenza delle condutture di gas sulla vegetazione degli alberi.* — R. BUHK. — (E. T. Z., 29 febbraio 1912, Vol. 33, N. 9, pag. 210).
- *La tariffa a forfait e i contatori.* — NORBERG-SCHULZ. — (E. T. Z., 29 febbraio 1912, Vol. 33, N. 9, pag. 207).
- *L'utilizzazione delle forze idrauliche della Spagna.* — A. A. BRANDT. — E. T. Z., 28 marzo 1912, Vol. 33, N. 13, pag. 321).
- *L'impiego dell'elettricità nell'agricoltura.* — HOLLDACK. — (E. T. Z., 21 marzo 1912, Vol. 33, N. 12, pag. 287).
- *Ulteriori comunicazioni sulla statistica delle centrali elettriche tedesche.* — G. DETTMAR. — (E. T. Z., 14 marzo 1912, Vol. 33, N. 11, pag. 259).
- *Un nuovo riduttore elettrico di velocità.* — M. BRESLAUER. — (El. L., 9 febbraio 1912, Vol. LXVIII, N. 18, pag. 704).
- *Le opere idrauliche nella costruzione dell'Acquedotto Pugliese.* — P. VISCIDI. — (El., R., 15 marzo 1912, Vol. XXI, N. 6, pag. 81).
- *L'utilizzazione delle forze idrauliche e le nuove leggi relative.* — H. SCHREIBER. — (El. u. Masch., W., 3 marzo 1912, Vol. XXX, N. 9, pag. 180).
- *La statistica delle centrali elettriche in Germania nell'anno 1911.* — H. OSTEN. — (El., u. Masch., W., 10 marzo 1912, Vol. XXX, N. 10, pag. 211).
- *Diritto commerciale internazionale.* — M. WASSERMANN. — (E. T. Z., 8 febbraio 1912, Vol. 33, N. 6, pag. 131).
- *Risultati della statistica delle Centrali elettriche riunite, per l'anno d'esercizio 1909.* — L. ROSENBAUM. — (El. Krb. Ba., Mü., 24 febbraio 1912, Vol. X, N. 6, pag. 108).
- *Il riscaldamento delle macchine elettriche.* — F. NIETHAMMER. — (El. Krb. Ba., Mü., 4 marzo 1912, Vol. X, N. 7, pag. 130).
- *L'influenza della corrente elettrica continua sullo sviluppo delle piante.* — F. KÖVESSI. — (Cos., P., 29 febbraio 1912, vol. 61, N. 1414, pagina 241).
- *Le applicazioni elettrotecniche del cemento armato.* — P. LECLER. — (Ind. El., P., 25 febbraio 1912, Vol. 21, N. 484, pag. 88).
- *Interessante applicazione dei contatori automatici.* — MARCHAND. — (Ind. El., P., 25 gennaio 1912, Vol. 21, N. 482, pag. 41).

Elettrochimica e Elettrotermica.

- *Su la diffusione degli elettroliti nei colloidi.* — L. ROLLA. — (N. C., febbraio 1912, Vol. LVIII, N. 2, pag. 149).
- *La fusione elettrica dello stagno.* — J. HARDÉN. — (E. T. Z., 7 marzo 1912, Vol. 33, N. 10, pag. 237).
- *Semplificazione di alcuni calcoli termici coll'uso dell'ohm termico* — C. HERING. — (El., L., 23 febbraio 1912, Vol. LXVIII, N. 20, pag. 786).
- *Forni elettrici per riscaldare sbarre.* — T. F. BAILY. — (El., L., 16 febbraio 1912, Vol. LXVIII, N. 19, pag. 701).
- *Sulla storia dell'industria francese dell'alluminio.* — H. GROSSMANN. (Z. El. ch., H., 1 marzo 1912, Vol. 18, N. 5, pag. 162).
- *Contributo alla teoria della passività.* — G. GRUBE. — (Z. El. ch., H., 15 marzo 1912, Vol. 18, N. 6, pag. 189).

Elettrofisica.

- *Influenza delle scariche oscillatorie e delle onde elettriche sulla rapidità di smorzamento delle oscillazioni torsionali di fili di ferro.* — E. DRAGO. — (N. C., febbraio 1912, Vol. LVIII, N. 2, pag. 73).
- *Su la diffusione del potenziale elettrostatico nell'aria.* — A. GARBASSO e G. VACCA. — (N. C. febbraio 1912, Vol. LVIII, N. 2, pag. 128).
- *La radiazione penetrante alla superficie ed in seno alle acque.* — D. PACINI. — (N. C. febbraio 1912, Vol. LVIII, N. 2, pag. 93).
- *Magnetizzazione del ferro per effetto di due campi ortogonali.* — G. VALLAURI. — (N. C., marzo 1912, anno LVIII, N. 3, pag. 233).
- *Le condizioni necessarie per l'adescamento dell'arco.* — A. OCCHIALINI. — (N. C., marzo 1912, anno LVIII, N. 3, pag. 220).
- *Geometria della curva magnetica.* — E. COMINOTTO. — (N. C., marzo 1912, anno LVIII, N. 3, pag. 177).
- *Sulla scarica a scintilla in un gas rarefatto e sulla sua trasformazione in fascio di raggi magnetici.* — A. RIGHI. — (N. C., marzo 1912, anno LVIII, N. 3, pag. 159).
- *Effetto di reazione prodotto dalla scarica elettrica da punte situate in seno a un gas.* — E. J. MOORE. — (Ph. Rev., N. Y., febbraio 1912, Vol. XXXIV, N. 2, pag. 81).
- *Sommario della teoria della produzione delle oscillazioni elettriche.* — A. S. M. SÖRENSEN. — (El., L., 23 febbraio 1912, Vol. LXVIII, N. 20, pag. 804).
- *Potenziale elettrico in campi magnetici alternativi.* — C. F. JENKIN. — (El., L., 16 febbraio 1912, Vol. LXVIII, N. 19, pag. 756).
- *Distribuzione speciale d'energia nell'Neon e Elio.* — W. W. COBLENTZ. — (El., W., N. Y., 17 febbraio 1912, Vol. 59, N. 7, pag. 365).
- *Effetto della frequenza sulla capacità di un condensatore.* — S. H. ANDERSON. — (Ph. Rev., N. Y., gennaio 1912, Vol. XXXIV, N. 1, pag. 34).
- *Scarica elettrica da un punto a un piano.* — O. HOVDA. — (Ph. Rev., N. Y., gennaio 1912, Vol. XXXIV, N. 1, pag. 25).

- *L'attrazione o repulsione reciproca di due conduttori sferici carichi.* — A. RUSSELL. — (Inst. E. E., L., febbraio 1912, Vol. 48, N. 211, pag. 257).
- *Modello del magnete elementare.* — S. R. WILLIAMS. — (Ph., Rev., N. Y., gennaio 1912, Vol. XXXIV, N. 1, pag. 40).

Generatori elettrici.

- *Dispositivi di ventilazione nelle dinamo a grande velocità.* — K. CZEJIA. — (E. T. Z., 28 marzo 1912, Vol. 33, N. 13, pag. 313).
- *Distribuzione del flusso nell'intraferro nelle dinamo a corrente continua.* — CH. R. MOORE. — (Am. Inst. E. E., marzo 1912, Vol. XXXI, N. 3, pag. 197).
- *Sincronizzatore, sistema « Besag ».* — E. BESAG. — (E. T. Z., 8 febbraio 1912, Vol. 33, N. 6, pag. 135).
- *Booster reversibili.* — C. TURNBULL. — (El. Rev., L., 15 marzo 1912, Vol. 70, N. 1790, pag. 412).
- *La somma delle perdite nei lamierini di ferro.* — A. C. CAMPBELL, H. C. BOOTH e D. W. DYE. — (Inst. E. E., L., febbraio 1912, Vol. 48, N. 211, pag. 269).
- *Progetto meccanico di turbogeneratori a corrente continua.* — R. ROBERTS. — (Inst. E. E., L., febbraio 1912, Vol. 48, N. 211, pag. 127).

Illuminazione.

- *Filtri per l'assorbimento dei raggi ultrarossi.* — W. W. COBLENTZ. — (Z. Bel. w., B., 20 marzo 1912, Vol. 8, N. 7, pag. 85).
- *Sulla percezione dei colori a luce artificiale.* — T. E. RITCHIE. — (Z. Bel. w., B., 30 marzo 1912, Vol. XVIII, N. 9, pag. 97).
- *L'effetto dell'altezza di sospensione delle lampade sull'intensità d'illuminazione.* — W. E. BARROWS. — (El. W., N. Y., 23 marzo 1912, Vol. 59, N. 12, pag. 646).
- *Le moderne lampade ad arco a fiamma dal punto di vista economico, e la possibilità di miglioramenti.* — W. HECHLER. — (E. T. Z., 21 marzo 1912, Vol. 33, N. 12, pag. 290).
- *Lampade ad arco e incandescenza in serie.* — P. VISCIDI. — (El., R., 1 marzo 1912, Vol. XXI, N. 5, pag. 75).
- *Sul valore igienico dell'illuminazione elettrica.* — E. ZOMPARELLI. — (El., R., 1 marzo 1912, Vol. XXI, N. 5, pag. 70).
- *Lampade ad arco per l'illuminazione stradale ornamentale.* — C. A. B. HALVOISON. — (El., L., 9 febbraio 1912, Vol. LXVIII, N. 18, pagina 716).
- *Considerazioni economiche sull'illuminazione elettrica industriale.* — R. SCOTT. — (El. W., N. Y., 10 febbraio 1912, Vol. 59, N. 6, pag. 317).
- *Lo stato attuale dell'illuminazione elettrica delle vetture automobili.* — A. SOULIER. — (Ind. El., P., 25 febbraio 1912, Vol. 21, N. 484, pag. 77).

- *L'accensione delle lampade a mercurio.* — J. ESCARD. — (Ind. El., P., 25 gennaio 1912, Vol. 21, N. 482, pag. 29).
- *L'illuminazione di strade con portici.* — E. KILBURN-SCOTT. — (Ill. Eng., L., marzo 1912, Vol. V, N. 3, pag. 117).
- *L'illuminazione come studio per gli architetti.* — J. DARCH. — (Ill. Eng., L., marzo 1912, Vol. V, N. 3, pag. 113).

Impianti.

- *Le centrali idroelettriche italiane.* — E. GIOVANNONI. — (E. T. Z., 7 marzo 1912, Vol. 33, N. 10, pag. 239).
- *Distribuzione d'energia in un laboratorio d'elettrotecnica scolastico.* — R. EDLER. — (Elek., W., 10 marzo 1912, Vol. 31, N. 5, pag. 54).
- *Il calcolo di bobine di reazione senza ferro per correnti intense.* — F. EMDE. — (El. u. Masch., W., 17 marzo 1912, Vol. XXX, N. 11, pag. 221).
- *Due centrali a corrente alternata in parallelo e la distribuzione del carico fra esse.* — J. W. WELSH. — (Am. Inst. E. E., marzo 1912, Vol. XXXI, N. 3, pag. 187).
- *Un interruttore economico.* — A. G. TROUT. — (El. W., N. Y., 9 marzo 1912, Vol. 59, N. 10, pag. 552).
- *Canalizzazioni interne standardizzate.* — H. L. PARKER. — (El. W., N. Y., 9 marzo 1912, Vol. 59, N. 10, pag. 548).
- *L'elettricità per scopo industriale negli Stati Uniti meridionali.* — A. D. QUACKENBUSH. — (El. W., N. Y., 2 marzo 1912, Vol. 59, N. 9, pagina 457).
- *Alcuni problemi di trasmissione ad alta tensione.* — CH. P. STEINMETZ. — (Am. Inst. E. E., marzo 1912, Vol. XXXI, N. 3, pag. 259).
- *Centrali per miniere di carbone.* — W. H. THOMAS. — (Am. Inst. E. E., marzo 1912, Vol. XXXI, N. 3, pag. 245).
- *Contributo allo studio degli isolatori per linee ad altissime tensioni.* — E. ALESSANDRI. — (A. E. I., marzo 1912, Vol. XVI, N. 3, pag. 167).
- *L'impiego degli interruttori unipolari.* — U. G. CLARK. — (El. W., N. Y., 9 marzo 1912, Vol. 59, N. 10, pag. 553).
- *Considerazioni economiche sugli impianti.* — R. B. MATEER. — (El. W., N. Y., 23 marzo 1912, Vol. 59, N. 12, pag. 644).
- *Lo spessore dell'isolante per fili e cavi.* — J. H. LEUDI. — (El. W., N. Y., 16 marzo 1912, Vol. 59, N. 11, pag. 590).
- *Studio sulle reti sotterranee ad alta tensione collegate metallicamente con linee aeree.* — J. GROSSELIN. — (Ind. El., P., 25 marzo 1912, Volume 21, N. 486, pag. 136).
- *Impiego delle bobine di reattanza come dispositivo di protezione contro i corti circuiti.* — H. MARCHAND. — (Ind. El., P., 25 marzo 1912, Vol. 21, N. 486, pag. 132).
- *Gli impianti elettrici e la sicurezza personale.* — V. BARASSI. — (Riv. Tec. d'El., 4 aprile 1912, N. 1564, pag. 212).
- *Gli interruttori automatici in un servizio di distribuzione d'energia.* — A. GRONDA. — (A. E. I., febbraio 1912, Vol. XVI, N. 2, pag. 119).

- *Sul calcolo di lunghe trasmissioni trifasiche con condutture non simmetriche.* — G. MARKOVITCH. — (El. u. Masch., W., 31 marzo 1912, Vol. XXX, N. 13, pag. 261).
- *Condizioni di corrente e tensione nell'apertura e chiusura del circuito, tenendo conto dell'autoinduzione e delle resistenze ohmiche costanti o variabili.* — K. MAYER. — (El. u. Masch., W., 7 aprile 1912, Vol. XXX, N. 14, pag. 281).
- *Sulla misura del fattore di potenza negli impianti trifasici.* — A. BAGELATA e G. GUASTALLA. — (A. E. I., febbraio 1912, Vol. XVI, N. 2, pag. 99).
- *La capacità nei cavi trifasici cordati.* — A. B. CLARK. — (El. Rev., L. 5 aprile 1912, Vol. 70, N. 1793, pag. 532).
- *Limitatore di corrente per consumatori a forfait.* — BREITLÄNDER. — (E. T. Z., 7 marzo 1912, Vol. 33, N. 10, pag. 245).
- *Nuovo metodo per disporre le reti di distribuzione aeree nelle vie urbane.* — F. SÜCHTING. — (E. T. Z., 28 marzo 1912, Vol. 33, N. 13, pag. 316).
- *Valvole moderne per impianti di distribuzione.* — W. KLEMENT. — (E. T. Z., 21 marzo 1912, Vol. 33, N. 12, pag. 294).
- *Sul diagramma del commutatore.* — J. MÖLLINGER e H. GEWECKE. — (E. T. Z., 14 marzo 1912, Vol. 33, N. 11, pag. 270).
- *Sulla teoria della commutazione.* — F. NIETHAMMER. — (E. T. Z., 14 marzo 1912, Vol. 33, N. 11, pag. 266).
- *Le correnti vaganti.* — G. REVESSI. — (El., R., 1 aprile 1912, Vol. XXI, N. 7, pag. 104).
- *Gli apparecchi elettrici negli impianti americani ad altissima tensione.* — L. PATHIARCA. — El., R., 15 febbraio 1912, Vol. XXI, N. 4, pag. 50.
- *Macchina per il calcolo delle reti di distribuzione.* — J. NOWAK. — (El., L., 16 febbraio 1912, Vol. LXVIII, N. 19, pag. 748).
- *Le centrali della Gail (Carinzia).* — L. BERNARD. — (El. u. Masch., W., 10 marzo 1912, Vol. XXX, N. 10, pag. 201).
- *Nuovi morsetti di australite per edrivazione.* — R. OSTERBURG. — Elek., W., Vol. 31, N. 4, pag. 42, 25 febbraio 1912).
- *Risultati di esercizio di una grande centrale per scopi agricoli.* — K. PIETZSCH. — (E. T. Z., 15 febbraio 1912, Vol. 33, N. 7, pag. 151).
- *Conduttori elettrici sotto gomma.* — ROCHS. — E. T. Z., 8 febbraio 1912, Vol. 33, N. 6, pag. 130).
- *Nuovo azionamento elettrico.* — M. BRESLAUER. — (E. T. Z., 1 febbraio 1912, Vol. 33, N. 5, pag. 104).
- *Condensatori per correnti intense ad alta tensione.* — D. YENSEN. — (E. T. Z., 25 gennaio 1912, Vol. 33, N. 4, pag. 82).
- *L'inserzione delle condutture elettriche.* — R. RÜDENBERG. — (El. u. Masch., W., 25 febbraio 1912, Vol. XXX, N. 8, pag. 157).
- *Influenze delle basse tariffe sullo sviluppo degli impianti.* — W. E. BURNAND. — (El. W., N. Y., 3 febbraio 1912, Vol. 59, N. 5, pag. 261).
- *Fattore di carico delle centrali elettriche.* — E. F. TWEEDY. — (El. W., N. Y., 3 febbraio 1912, Vol. 59, N. 5, pag. 258).
- *Quadri per impianti a 3 fili.* — A. M. BENNETT. — (El., W., N. Y., 3 febbraio 1912, Vol. 59, N. 5, pag. 244).

- *Confronto economico fra il sistema polifasico e monofasico.* — H. M. HOBART. — (Am. Inst. E. E., febbraio 1912, Vol. XXXI, N. 2, pag. 159).
- *I costi di produzione con referenze alle curve di carico.* — G. J. RHODES. — (Am. Inst. E. E., febbraio 1912, Vol. XXXI, N. 2, pag. 129).
- *Trasmissioni ad alta tensione.* — W. T. TAYLOR. — (Inst. E. E., L., febbraio 1912, Vol. 48, N. 211, pag. 55).
- *Sottostazione della « Jamestown Lighting and Power Company ».* — F. W. BULLOCK. — (El. W., N. Y., 24 febbraio 1912, Vol. 59, N. 8, pag. 409).
- *Lunga linea artificiale di trasmissione d'energia.* — A. E. KENNELLY e H. TABOSI. — (El. W., N. Y., 17 febbraio 1912, Vol. 59, N. 7, pag. 359).
- *Costruzione di centrali generatrici a Montgomery (Ala).* — W. H. FISHER. — (El. W., N. Y., 17 febbraio 1912, Vol. 59, N. 7, pag. 354).
- *Piccoli impianti elettrici.* — P. A. SPALDING. — (Inst. E. E., L., febbraio 1912, Vol. 48, N. 211, pag. 237).
- *La centrale dell'Albula.* — H. PETER e H. WAGNER. — (El. Krb. Ba., Mù., 14 marzo 1912, Vol. X, N. 8, pag. 146).

Materiale.

- *Acciaio per lavorazione rapida e suo trattamento.* — L. M. COHN. — (E. T. Z., 29 febbraio 1912, Vol. 33, N. 9, pag. 215).
- *La caratteristica dei materiali isolanti artificiali.* — E. KNOBLAUCH. — (E. T. Z., 29 febbraio 1912, Vol. 33, N. 9, pag. 209).

Metodi e strumenti di misura.

- *Nuovo metodo dinamometrico per la misura della autoinduzione, della capacità e della velocità angolare.* — H. ZIPP. — (E. T. Z., 22 febbraio 1912, Vol. 33, N. 8, pag. 182).
- *La misura delle perdite nel ferro coll'apparecchio Epstein.* — ANGERMANN. — (E. T. Z., 7 marzo 1912, Vol. 33, N. 10, pag. 231).
- *L'impiego del Voltcoulombometro « Sistema Arnò ».* — R. ARNÒ. — (El., R., 15 febbraio 1912, Vol. XXI, N. 4, pag. 49).
- *Metodo assoluto di misura della magnetizzazione dei laminari delle dinamo col metodo di Epstein.* — E. GÜMLICH e W. ROGOWSKI. — (E. T. Z., 14 marzo 1912, Vol. 33, N. 11, pag. 262).
- *Misura industriale dei coefficienti d'autoinduzione.* — M. BUFFA. — (El., R., 1 marzo 1912, Vol. XXI, N. 5, pag. 67).
- *Prove ad alta tensione e perdite nei materiali isolanti.* — E. H. RAYNER. — (El., L., 9 febbraio 1912, Vol. LXVIII, N. 18, pag. 725).
- *Risultati del confronto dei nuovi tipi di contatori per corrente alternata.* — J. W. FR. HOFMANN. — (El. u. Masch., W., 10 marzo 1912, Vol. XXX, N. 10, pag. 207).
- *Campioni nazionali e internazionali per macchine elettriche.* — R. POHL. — (Inst. E. E., L., febbraio 1912, Vol. 48, N. 241, pag. 174).

Motori elettrici.

- *Metodi per il regolaggio economico della velocità dei motori trifasici.* — G. MEYER. — (El., L., 9 febbraio 1912, Vol. LXVIII, N. 18, pag. 713).
- *Motori sincroni trifasici senza eccitazione.* — G. BENISCHKE. — (El. u. Masch., W. 3 marzo 1912, Vol. XXX, N. 9, pag. 177).
- *Sull'impiego dei registratori a scintilla nell'avviamento dei piccoli motori.* — R. CZEPEK. — (El. u. Masch., W., 18 febbraio 1912, Vol. XXX, N. 7, pag. 137).

Motori primi.

- *Sui sifoni autolivellatori Gregotti.* — G. GEROSA. — (Riv. tec. d'El., 14 marzo 1912, N. 1561, pag. 166).
- *Turbina a vapore.* — A. A. W. WYNNE. — (El., L., 16 febbraio 1912, Vol. LXVIII, N. 19, pag. 759).

Radiotelegrafia e radiotelefonìa.

- *La stazione Marconi di Cadix.* — H. MARCHAND. — (Cos., P., 21 marzo 1912, Vol. 61, N. 1417, pag. 317).
- *Condensatore variabile per radiotelegrafia.* — J. M. BLAKE. — (El. W., N. Y., 16 marzo 1912, Vol. 59, N. 11, pag. 593).
- *La radiotelegrafia in aeroplano.* — FOURNIER. — Cos., P., 4 aprile 1912, Vol. 61, N. 1419, pag. 378).
- *Nuovo detector sensibilissimo per radiotelegrafia.* — E. ALARD. — Cos. P., 4 aprile 1912, Vol. 61, N. 1419, pag. 372).
- *La storia della radiotelegrafia in Italia sino al 31 dicembre 1911.* — S. SESTI. — (El., R., 15 febbraio 1912, Vol. XXI, N. 4, pag. 57).
- *Circuito aperiodico del detector.* — F. KIEBITZ. — (E. T. Z., 8 febbraio 1912, Vol. 33, N. 6, pag. 132).
- *Frequenza e smorzamento di oscillatori accoppiati.* — J. STONE-STONE. — (E. T. Z., 1 febbraio 1912, Vol. 33, N. 5, pag. 111).
- *L'insegnamento professionale della radiotelegrafia alla Compagnia Marconi.* — MARCHAND. — (Cos., P., 7 marzo 1912, Vol. 61, N. 1415, pag. 264).

Telegrafia, telefonia e segnalazioni.

- *Un microtelefono ad uso dei sordi.* — L. FOURNIER. — (Cos., P., 21 marzo 1912, Vol. 61, N. 1417, pag. 318).
- *Difetti d'isolamento nelle reti telefoniche e telegrafiche.* — F. F. FOWLE. — (El. W., N. Y., 9 marzo 1912, Vol. 59, N. 10, pag. 545).
- *Localizzazione dei guasti nei cavi telefonici.* — E. GIERSSING. — (E. T. Z., 22 febbraio 1912, Vol. 33, N. 8, pag. 180).

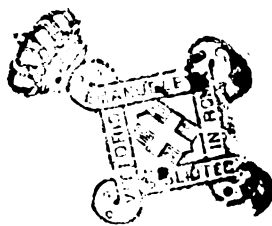
- *Microfono per correnti intense Egnér-Holmström.* — C. EGNÉR e J. G. HOLMSTRÖM. — (E. T. Z., 29 febbraio 1912, Vol. 33, N. 9, pag. 205).
- *Costo di servizio e d'esercizio degli uffici telefonici e moderni.* — C. L. VAN DER BILT. — (E. T. Z., 28 marzo 1912, Vol. 33, N. 13, pag. 318).
- *Relais telefonico.* — R. MATTICH. — (El., R., 15 febbraio 1912, Vol. XXI, N. 4, pag. 57).

Trasformatori e convertitori.

- *Calcolo della caduta di tensione nei trasformatori in funzione dello spostamento di fase.* — R. HUNZINGER. — (E. T. Z., 8 febbraio 1912, Vol. 33, N. 6, pag. 131).

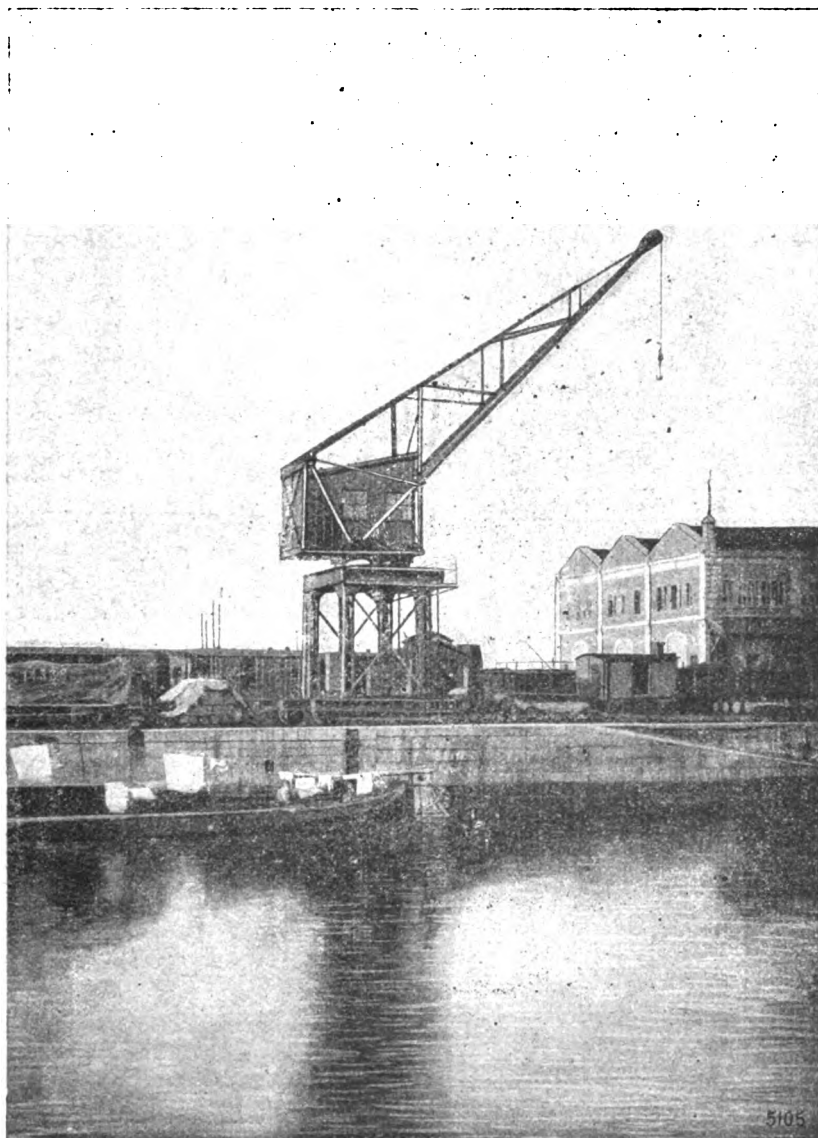
Trazione.

- *Ferrovia sotterranea e elevata Gesundbrunnen-Neukölln.* — G. DIETL. — (El. Krb. Ba., Mü., 4 marzo 1912, Vol. X, N. 7, pag. 130).
- *Automotrice per servizio di persone e merci.* — O. FABER. — (El. Krb. Ba., Mü. 24 marzo 1912, Vol. X, N. 9, pag. 168).
- *Nuove ferrovie americane a corrente alternata.* — H. NORDMANN. — (El. Krb. Ba., Mü., 24 marzo 1912, Vol. X, N. 9, pag. 161).
- *Le nuove locomotive a corrente alternata della fabbrica Oertikon.* — H. BEHN-ESCHENBURG. — (E. T. Z., 7 marzo 1912, Vol. 33, N. 10, pag. 229).
- *A proposito della trazione elettrica all'Esposizione di Torino 1911.* — G. DE KANDO. — (El., R., 15 febbraio 1912, Vol. XXI, N. 4, pag. 59).
- *Sul problema degli automobili elettrici.* — J. C. MACFARLANE e H. BURGE. — (El., L., 23 febbraio 1912, Vol. LXVIII, N. 20, pag. 806).
- *Funicolari elettriche per gasometri.* — SCHMIED. — (El. Krb. Ba., Mü., 4 marzo 1912, Vol. X, N. 7, pag. 134).
- *Tramvie urbane con freno elettromagnetico nella città di Wiesbaden.* — BERLIT. — (El. Krb. Ba., Mü., 14 marzo 1912, Vol. X, N. 8, pagina 141).



SOCIETÀ' NAZIONALE DELLE OFFICINE DI SAVIGLIANO

Direzione, Via Genova 23, Torino - Officine in Savigliano e Torino



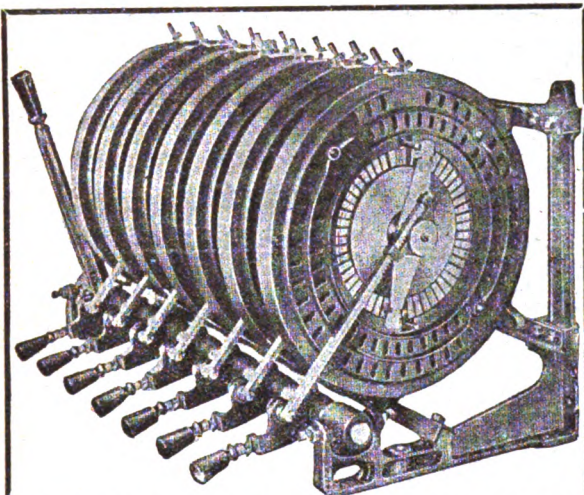
Gru girevole da Porto con Manovra Elettrica - Portata Kg. 3000 - Sbraccio 11,30

Macchine elettriche d'ogni tipo e potenza

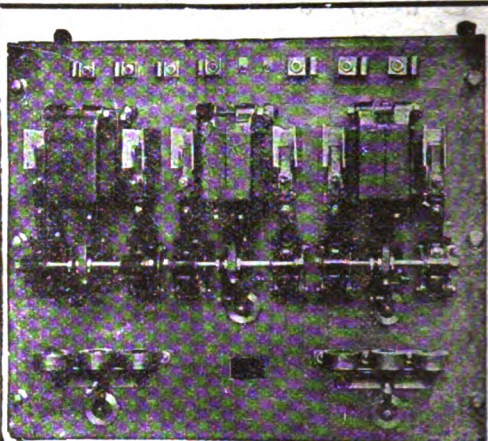
Costruzioni elettromeccaniche - Gru - Argani - Verricelli
Condotte forzate - Pali a traliccio - Coperture metalliche

Reostati - Avviatori - Regolatori

a mano ed automatici



Regolatore di luce per scena
a manovra per elementi e simultanea



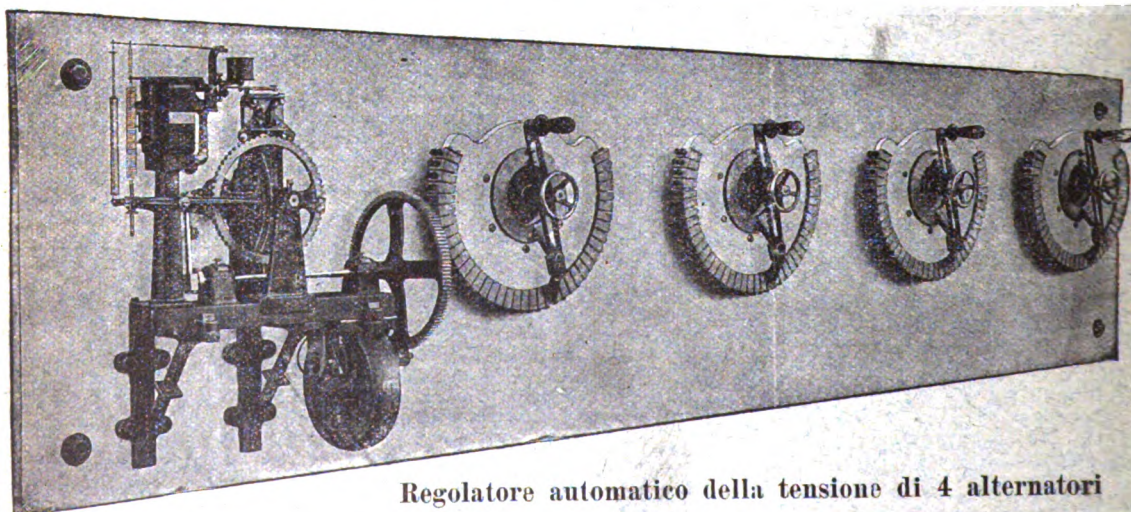
Avviatore automatico
per motore trifase comandante
una pompa centrifuga

Ing. S. BELOTTI & C. - MILANO

Telefono: 73-03

Corso P. Romana, 76-78

Telegrafo: INGBELOTTI



Regolatore automatico della tensione di 4 alternatori

REGOLATORI THURY-CUENOD

a regolazione istantanea per i più svariati casi di regolazione
di macchine e linee elettriche

Pubblicazione mensile.

Conto Corrente con la Posta.

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

UFFICIO CENTRALE

Telefono 20-86

Telegrammi ASSELITA

MILANO, Via S. Paolo, 10

Eretta in Ente Morale il 3 Febbraio 1910.

Premiata con: Diploma di benemerita all'Esposizione di Como nel 1885 — Gran Premio all'Esposizione di Saint-Louis nel 1904 — Gran Premio all'Esposizione di Brescia nel 1910.

INDICE.

N. 1. Résumé des Conférences et des Communications contenues dans la présente livraison.	Pag. 489
» 2. A proposito degli studi governativi per la modificazione della tassa di consumo sull'energia elettrica per luce e riscaldamento	
— Premessa — Ing. ANGELO BIANCHI	491
— Alcuni dati relativi all'impiego dell'energia elettrica e del gas a scopo di illuminazione e riscaldamento — Relazione del Prof. U. BORDONI, dei lavori della Commissione speciale composta dai Professori M. ASCOLI, G. GRASSI, U. BORDONI	» 493
— Commento al n. 3. ^o , 4. ^o , 5. ^o dell'ordine del giorno dell'A. E. I. 18 Gennaio 1912 — Relazione della Commissione speciale composta dai soci Ingegneri U. DEL BUONO, A. PANZARASA, G. SEMENZA	» 549
» 3. A proposito della Elettrificazione della Direttissima Roma-Napoli	
— Premessa — Prof. CARLO PARVOPASSU	» 554
— Parole preliminari sulla « Direttissima Roma - Napoli » pronunciate dal Professore L. LOMBARDI davanti alla Sezione di Napoli	» 555
— Ordine del giorno 21 Marzo 1912 della Sezione di Napoli A. E. I.	» 557
— Circa l'elettrificazione della « Direttissima Roma - Napoli » — Prof. S. RAGNO della Sezione di Napoli	» 559
» 4. Compensazione in serie dei contatori motori a corrente continua — Comunicazione fatta dal Socio Ing. ANDREA SAVINO alla Sezione di Napoli	» 589
» 5. Comunicazione del Comitato Elettrotecnico Italiano	» 598
» 6. Verbali delle Sezioni	» 596
» 7. Recensioni	» 600
» 8. Indice dei più importanti articoli pubblicati nel periodo	» 615
Pubblicità Industriale	da I a XII e da XIII a XXII

Le riviste che desiderano riprodurre qualcuno degli articoli qui stampati sono pregati di indicare che sono presi dagli Atti della A. E. I.

PROPRIETÀ LETTERARIA



MILANO

Stabilimenti Grafici STUCCHI, CERETTI & C.
16, Via S. Damiano — Via Vittadini, 5

1912

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

UFFICIO CENTRALE

MILANO = 10 - Via S. Paolo - 10 = MILANO

CONSIGLIO GENERALE

PRESIDENZA 1912-1914

Presidente LORI Prof. Ing. FERDINANDO — Padova;
Vice-Presidente BATTELLI On. Prof. ANGELO, Roma — LOMBARDI Prof. Ing. LUIGI, Napoli —
SEMENZA Ing. GUIDO, Milano;
Segretario Generale PARVOPASSU Ing. Prof. CARLO, Padova;
Vice-Segretario Generale BIANCHI Ing. ANGELO, Milano;
Cassiere BARBAGELATA Prof. Ing. ANGELO, Milano.

Consiglieri rappresentanti le Sezioni per il 1912.

BOLOGNA — Amaduzzi Prof. Lavoro, *Presidente* — Raffi Ing. Pasquale;
CATANIA — Fusco Ing. Francesco, *Presidente* — Carnazza On. Gabriello — Tricomi Ing. Bonaventura;
GENOVA — Rumi Prof. Ing. Cav. Uff. A. Serezo, *Presidente* — Königsheim Ing. Sigismundo — Pugliese Ing. Augusto;
LIVORNO — Vivarelli Prof. Aristide, *Presidente* — Lololo Ing. Cav. Alberto;
MILANO — Panzarasi Ing. Alessandro, *Presidente* — Bertini Ing. Angelo — Civita Ing. Domenico — Conti Ing. Comm. Ettore — Danioni Ing. Filippo — Fenzi Ing. Enzo — Gadda Ing. Giuseppe — Jona Ing. Emanuele — Motta Ing. Giacinto — Stucchi Prinetti Ing. Giacinto — Vannotti Ing. Ernesto;
NAPOLI — Lombardi Prof. Luigi, *Presidente* — Bonghi Cav. Ing. Mario — Carli Ing. Cav. Camillo Albino — Granafel Ing. Aslan — Vallauri Ing. Giancarlo.
PADOVA — Amati Ing. Giuseppe, *Presidente* — Milani Ing. Cav. Paolo;
PALERMO — Dina Prof. Ing. Alberto, *Presidente* — Buttafarri Ing. Gaetano;
ROMA — Del Buono Ing. Ulisse, *Presidente* — Ascoli Cav. Prof. Moisè — Majorana Prof. Comm. Quirino — Mengarini Comm. Prof. Guglielmo — Piola Prof. Francesco;
TORINO — Todeschi Comm. Int. Vittorio, *Presidente* — Grassi Comm. Prof. Guido — Jarvis Ing. Tommaso — Ferraris Ing. Prof. Lorenzo — Guagno Ing. Enrico.

CONSIGLI DELLE SEZIONI.

BOLOGNA, Via Pietrafitta, 11 — *Presidente*: Amaduzzi Prof. Lavoro; *Vice-Pres.*: Donati Ing. Alfredo; *Segretario*: Palagi Ing. Torquato; *Cassiere*: Gasparini Ing. Cleto; *Consiglieri*: Calzoni Ing. Adolfo, Cesari Ing. Ettore, Mantegazzini Ing. Giovanni, Novi Cav. Ing. Michelangelo.
CATANIA, Via Eina, 308 — *Pres.*: Fusco Ing. Cav. Francesco; *Vice-Pres.*: Boggioni Prof. Enrico; *Segretario*: Battaglia Ing. Mario; *Cassiere*: Canoneri Ing. Domenico; *Consiglieri*: Colaciuri Ing. Prof. Vincenzo, Fichera Ing. G. B., D'Amico Ing. Prof. Giuseppe, Tonkowitz Ing. Francesco.
GENOVA, Via Interiano, 3-6 — *Pres.*: Rumi Prof. Ing. A. Serezo; *Vice-Pres.*: Ronco Prof. Ing. Nino; *Segretario*: Anfusi Ing. Giovanni; *Cassiere*: Cappellini Cav. Vittorio; *Consiglieri*: Gribaldi Ing. Prof. Cesare, Galliano Ing. Salvatore, Dossmann Ing. Gustavo, Piaggio Ing. Carlo.
LIVORNO, Via Scali del Pesce, 2 — *Presidente*: Vivarelli Prof. Aristide; *Vice-Pres.*: Rosselli Ing. Cav. Angelo; *Segretario*: Dalmedico Ing. Gustavo; *Cassiere*: Catani Ing. Guiberto; *Consiglieri*: Vespignani Cav. Giuseppe, Vivarelli Ing. Virginio.
MILANO, Via S. Paolo, 10 — *Pres.*: Panzarasi Ing. Alessandro; *Vice-Pres.*: Merizzi Ing. Giacomo; *Segretario*: Campos Ing. Gino; *Cassiere*: Bianchi Ing. Angelo; *Consiglieri*: Arcioni Ing. Vittorio, Brioschi Ing. Franco, Balluzzo Ing. Prof. Giuseppe — Carcano Ing. E. Francesco — Piazzoli Ing. Emilio.
NAPOLI, Via Chiaia, 216 — *Presidente*: Lombardi Prof. Luigi; *Vice-Pres.*: Pizzuti Ing. Michele; *Segr.*: Massari Ing. Marino; *Cassiere*: Sagrese Ing. Achille; *Consiglieri*: Boubée Prof. Comm. F. C. Paolo, Ferrari Ing. Carlo, Indaco Prof. Vincenzo, Liguori Ing. Pirro, Ragno Prof. Saverio, Ruffolo Ing. Francesco.
PADOVA, Via Dante, 38 — *Presidente*: Amati Ing. Giuseppe; *Vice-Pres.*: Lori Prof. Ing. Ferdinando; *Segr.*: Levi Da Zara Dott. Mario; *Cassiere*: Turazza Prof. Giacinto; *Consiglieri*: Corinaldi Ing. Amedeo, Girazolo Ing. Giuseppe.
PALERMO, Via Maqueda, 175 — *Presidente*: Dina Ing. Prof. Alberto; *Vice-Pres.*: Pagliani Prof. Cav. Stefano; *Segretario*: Santangelo Ing. G. Battista; *Cassiere*: Mastrechi Prof. Felice; *Consiglieri*: Arena Prof. Ing. Oreste, Ovazza Prof. Ing. Elia.
ROMA, Via delle Muratte, 70, (Palazzo dei Sabini) — *Presidente*: Del Buono Ing. Ulisse; *Vice-Pres.*: Revessi Ing. Prof. Giuseppe; *Segretario*: Carletti Ing. Aurio; *Cassiere*: Lattes Comm. Ing. Oreste; *Consiglieri*: Biagini Ing. Augusto, Bordoni Ing. Prof. Ugo, Corbino Prof. O. Mario, Di Pirro Comm. Prof. Giovanni, Fano Ing. Guido, Faranda Cav. Ing. Alberto.
TORINO, Galleria Nazionale — *Pres.*: Todeschi Comm. Ing. Vittorio; *Vice-Presidente*: N. N.; *Segretario*: Ing. Palestino Carlo; *Cassiere*: Luino Andrea; *Consiglieri*: Bisazza Ing. Cav. Giuseppe, Forster Ing. Paolo, Megardi Ing. Giuseppe, Rossi Prof. Andrea, Tracelatti Ing. Cav. Angelo, Valabrega Ing. Raffaele.

Presidenti antecedenti:

Prof. Comm. Galileo Ferraris (dal 27 Dicembre 1896 al 7 Febbraio 1897)
— Prof. Comm. Giuseppe Colombo (1897-1899) — Prof. Comm. Guido Grassi (1900-1902).
Prof. Comm. Moisè Ascoli (1903-1905) —
Ing. Cav. Emanuele Jona (1906-1909) — Ing. Prof. Luigi Lombardi (1909-1911).

MEMBRI DEL COMITATO DI REVISIONE DELLE NORME.

Prof. Luigi Lombardi, *Presidente* — Ing. Fano Guido — Ing. Prof. Ferraris Lorenzo — Ing. Giacinto Motta — Ing. Pontiggia Luigi — Ing. Salvadori Riccardo — Ing. Bonghi Mario (Napoli) — Ing. Carazzolo Giuseppe (Padova) — Ing. Dal Medico Gustavo (Livorno) — Ing. Del Buono Ulisse (Roma) — Prof. Dina Alberto (Palermo) — Ing. Jona Emanuele (Milano) — Ing. Königsheim Sigmund (Genova) — Prof. Majorana Quirino (Roma) — Ing. Mariani Salvatore (Bologna) — Ing. Morelli Ettore (Cons. Gen.) — Ing. Raffi Pasquale (Bologna) — Ing. Semenza Guido (Cons. Gen.) — Ing. Soleri Elio (Torino) — Ing. Trossarelli Ottavio (Torino) — Sig. Utilli Giuseppe (Napoli) — Ing. Vannotti Ernesto (Milano) — Ing. Vismara Enrico (Catania).

ATTI
DELLA
ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA
UFFICIO CENTRALE - MILANO

N. 1.

RÉSUMÉ
DES CONFÉRENCES ET DES COMMUNICATIONS
CONTENUES DANS LA PRÉSENTE LIVRAISON

Prof. U. BORDONI, *relateur*. — Sur les résultats de l'emploi de l'énergie électrique et du gaz pour l'illumination et le chauffage.

C'est la relation des travaux d'une Commission nommée par M. le Président Général de l'*Associazione Elettrotecnica Italiana*.

Le Relateur a divisé le travail en deux parties. Dans la première sont étudiés les résultats de l'emploi de l'énergie électrique et du gaz pour l'illumination; dans la deuxième les résultats qui se rapportent au chauffage. Les chiffres qui fixent, dirait-on, l'état de la technique de nos jours, sont toutefois précédés par la discussion des incertitudes qu'offrent les questions étudiées et qui constituent la source principale des discordances entre les résultats des travaux expérimentaux.

La relation est complétée par un plan synoptique et suivie par quelques indications bibliographiques.

Ing.rs U. DEL BUONO, A. PANZARASA, G. SEMENZA. — Notes au points 3. 4. 5. de l'ordre du jour 18 Janvier 1912.

Les auteurs donnent des éclaircissements à l'ordre du jour 18 Janvier de l'Association en démontrant principalement que le chauffage électrique pour son développement devrait être exempt de taxation et que la meilleure méthode de taxation de l'énergie électrique pour éclairage est celle de taxer les corps d'illumination (lampes charbons, etc.).

Prof. S. RAGNO. — L'Electrification de la "Direttissima Roma-Napoli",.

L'auteur, prenant occasion de la discussion soulevée de tout côté pour l'électrification de la nouvelle ligne « *Direttissima* Roma-Napoli » discute de la possibilité de la grande traction électrique, telle qu'on peut la réaliser aujourd'hui, à côté de la grande traction à vapeur pour les lignes à grand trafic, sans aucune préoccupation pour la résolution du problème technique.

Pour la discussion des différents systèmes il fait des réserves, en les caractérisant dans leurs différentes particularités; et, se référant au juste désir manifesté par G. Westinghouse pour la *standardisation* d'un système unique, il fait voir comme la préférence de l'un ou de l'autre, ne peut pas dépendre seulement de la question technique elle même.

Enfin il cherche de démontrer sur quelle base on peut faire l'étude du prix du revient de la grande traction électrique, et à quelle condition on peut, en général, dès aujourd'hui dire la possibilité de sa convenance économique en comparaison de la grande traction à vapeur.

Prof. ANDREA SAVINO. — Compensation en série des compteurs moteurs à courant continu.

L'A. après avoir énuméré les principaux défauts des compteurs actuels, démontre que le système de compensation du couple des résistances passives, adopté actuellement dans les compteurs-moteurs à courant continu, ne donne pas une suffisante sensibilité aux compteurs mêmes pour les petites charges. D'autre côté il fait voir tous les avantages résultants par une grande sensibilité, c'est à dire: amélioration de la courbe des erreurs, contrôle de l'isolement des installations, régistation de toute l'énergie consommée.

A fin d'augmenter la sensibilité de ces compteurs l'A. imagine de produire le champ de compensation par le courant d'utilisation même, en le faisant agir jusqu'à une certaine limite, après laquelle la marche normale du rotor est assurée. Il décrit un appareil construit par lui dans ce but, et appliqué aux compteurs construits actuellement, sans en modifier les supports et les boîtes qui les renferment, capable de les rendre sensibles avec le 0,2 % du maximum de la charge sans danger de produire la *marche à vide du rotor*. En outre l'A. fait remarquer, par l'examen des parties qui constituent l'appareil, que le prix de revient des compteurs ne serait pas augmenté d'une fraction élevée.

N. 2.

**A PROPOSITO DEGLI STUDI GOVERNATIVI
PER LA MODIFICAZIONE
DELLA
TASSA DI CONSUMO SULL'ENERGIA ELETTRICA
PER LUCE E RISCALDAMENTO**

P R E M E S S A

Nel fascicolo 2° degli Atti fu già data notizia ai Soci che una apposita Commissione dell'A.E. I., radunatasi in Milano il 28 gennaio 1912 ha votato un ordine del giorno al riguardo degli studi governativi per la modificazione della tassa di consumo sull'energia elettrica per luce e riscaldamento.

Questo ordine del giorno (che fu riportato nel fascicolo 2° pagina 130 degli Atti di quest'anno) venne presentato alla Commissione Ministeriale in Roma il 1 febbraio scorso dal Presidente Generale Prof. Lori e dai soci ing. Bertini, Civita e Mengarini.

Successivamente il Consiglio Generale dell'Associazione radunatosi in Roma il 18 febbraio deliberò di completar l'opera iniziata, affidando a speciali Commissioni la compilazione di Memoriali di carattere esclusivamente tecnico da presentarsi all'on. Commissione Ministeriale ad illustrazione dei vari punti dell'ordine del giorno del 28 gennaio (Vedi estratto Verbale del Consiglio Generale, fasc. 4°).

Vennero così nominate:

1. Una Commissione composta dei signori Prof. M. Ascoli, G. Grassi e U. Bordoni col compito di presentare un rapporto in-

torno all'attuale stato dell'illuminazione e del riscaldamento elettrici, a gas ed altri sistemi, specialmente allo scopo di stabilire il consumo specifico rispettivo per l'unità di luce o di calore.

2. Una Commissione composta dagli Ingg. U. Del Buono, A. Panzarasa, G. Semenza che illustrasse i punti 3°, 4°, e 5°, dell'ordine del giorno stesso e le sue subordinate.

Le relazioni di queste due Commissioni riunite in apposito estratto degli Atti e precedute dall'ordine del giorno del 18 gennaio furono trasmesse alla Commissione Governativa ed ai Ministri, e fu anche loro data una certa diffusione fra le altre Autorità, Camere di Commercio, ecc.

L'A. E. I. si augura che i suoi studi ed i suoi voti raccolgano dalla Commissione Governativa quella considerazione e quell'assenso che si convengono alla sua parola ponderata, competente ed obiettiva.

ing. Angelo Bianchi.
vice-segretario generale.

ALCUNI DATI RELATIVI ALL'IMPIEGO DELL'ENERGIA ELETTRICA E DEL GAS A SCOPO DI ILLUMINAZIONE E RISCALDAMENTO

*Relazione del Prof. UGO BORDONI dei lavori della Commissione speciale
composta dai Proff. M. ASCOLI, G. GRASSI, U. BORDONI*

Ill.mo Sig. Presidente Generale

dell'Associazione Elettrotecnica Italiana.

1. — Il termine brevissimo (circa tre settimane) entro il quale ha dovuto compiere i propri lavori la Commissione a nome della quale ho l'onore di riferire, e che la S. V. ebbe a nominare sulla fine dello scorso febbraio con l'incarico di illustrare i numeri 1 e 2 dell'Ordine del giorno votato a Milano (28 gennaio 1912) dall'Assemblea speciale dei Delegati dell'A. E. I., approvato successivamente (18 febbraio 1912), nelle sue linee generali, dal Consiglio Generale dell'Associazione, e relativo ai lavori della Commissione nominata dal Governo per la riforma della tassazione dell'energia elettrica, ci ha vietato evidentemente di intraprendere qualunque indagine di carattere sperimentale che potesse tuttavia sembrare utile a chiarimento di questioni tuttora non sufficientemente precisate: quella, ad es., dell'influenza della natura della corrente elettrica (continua o alternata) sulle proprietà e specialmente sulla durata (§ 10) dei vari tipi di lampade elettriche ad incandescenza.

Ci siamo dovuti perciò restringere necessariamente allo studio attento ed alla discussione obbiettiva ed imparziale dei principali lavori (specie di quelli eseguiti negli ultimi otto anni) che si sono occupati dell'uso dell'energia elettrica e del gas a scopo di illuminazione e di riscaldamento; nelle pagine che seguono sono appunto

riunite le conclusioni più attendibili che ci è sembrato di poter dedurre dal complesso dei risultati dei lavori studiati e confrontati.

Queste conclusioni sono divise in due parti: *nella prima si espongono i risultati dell'impiego dell'energia elettrica e del gas a scopo di illuminazione; nella seconda i risultati dell'impiego dell'energia elettrica e del gas a scopo di riscaldamento.*

In ciascuna di queste parti, ai dati concreti relativi ai consumi specifici, alle durate, ai rendimenti, etc. delle lampade e degli apparecchi considerati, abbiamo creduto opportuno premettere alcune considerazioni generali che chiariscono il valore reale delle cifre riportate, in relazione alle speciali indeterminatezze ed alle particolarità proprie di ogni questione, e nelle quali sono discusse brevemente le cause possibili delle discordanze spesso esistenti tra lavori relativi ad un medesimo argomento: discordanze che quasi sempre dipendono unicamente dal diverso modo di considerare una medesima questione o dalla differente definizione di certe grandezze fondamentali.

Dobbiamo anche aggiungere, che sia per ragioni di tempo che di opportunità, ci siamo limitati alla considerazione dei tipi principali di lampade e di apparecchi *attualmente* in uso; e che *non* abbiamo creduto di dover comprendere nella presente relazione anche la trattazione di questioni connesse bensì con quelle principali, ma di importanza relativamente minore *tenuto presente lo scopo da raggiungere*: fra altro abbiamo dovuto lasciare da parte lo studio del rendimento ottico delle lampade, così intimamente connesso con lo studio dei fenomeni dell'irradiazione; quella della *diversa sensibilità dell'occhio* alle diverse radiazioni; e via dicendo.

Nel presentarle, chiaris. signor Presidente Generale, il risultato dei nostri lavori, ci sia permesso di esprimere la speranza, che la fretta con la quale essi sono stati forzatamente condotti possa scusarne, almeno in parte, le manchevolezze ed i difetti.

PARTE I.

OSSERVAZIONI GENERALI.

A) Sulla misura della intensità luminosa delle lampade.

2. — La misura dell'intensità luminosa delle lampade (che si riduce al confronto fra la lampada campione e quella che si studia) è generalmente un problema di *fotometria eterocromatica*, stante il diverso colore delle luci che si paragonano. Per poco che si pensi ai colori delle luci emesse dalle lampade ad arco, dalle lampade a gas ad incandescenza e dalle lampade a vapori di mercurio, apparirà evidente la grande importanza soprattutto *pratica* di questa osservazione; la cui base è poi costituita da numerosi lavori sperimentali, *precisanti quantitativamente la diversità delle varie luci*, dei quali ci limiteremo, per brevità, a ricordarne due. Un primo è quello di Voege (1) che studiando con uno spettrofotometro l'andamento della luminosità degli spettri delle diverse luci in funzione della lunghezza d'onda, condensò i risultati delle ricerche in una serie di curve, alcune delle quali sono riprodotte nella fig. 1: le ascisse sono le lunghezze d'onda, le ordinate i rapporti fra le luminosità degli spettri delle varie luci e la luminosità dello spettro della luce del giorno. Per facilitare il confronto, le luminosità dei vari spettri sono supposte eguali fra di loro per $\lambda = 0,555 \mu$ (giallo-verde). Le curve relative alle luci delle lampade campioni più in uso (Hefner, Vernon-Haucourt) sono molto prossime a quella del petrolio.

La diversità delle luci risulta poi anche dalle ricerche del Co-blentz (2) il quale ha studiato (fig. 1, A, B, C) l'andamento dell'energia radiante emessa dalle diverse lampade in funzione della lunghezza d'onda: si riportano qui alcuni diagrammi, relativi alla luce emessa dalla lampada *Hefner* e dalla fiamma dell'*Acetilene* (figura 1 A); dalle *Reticelle Auer* (fig. 1 B); e dalle lampade a vapori

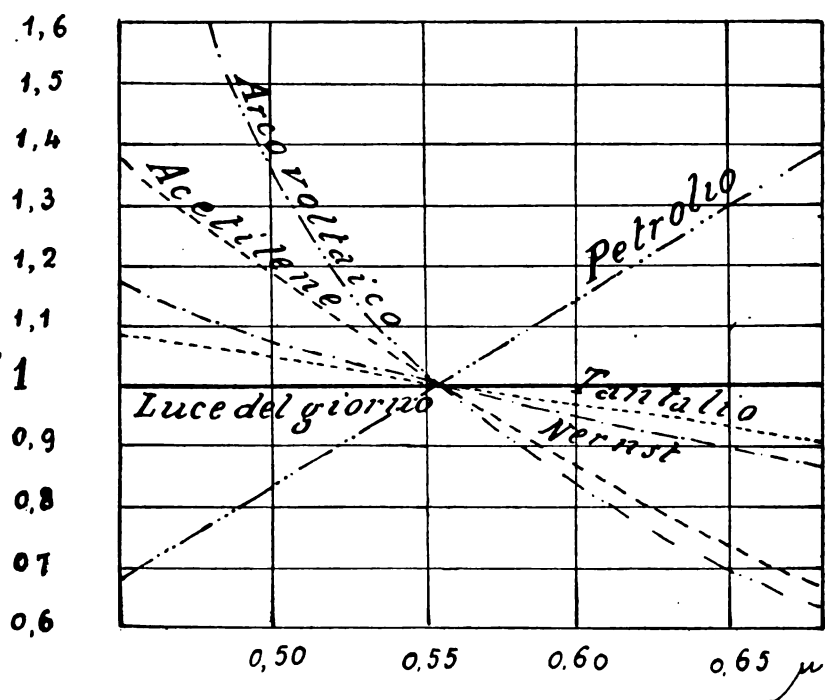


Fig 1

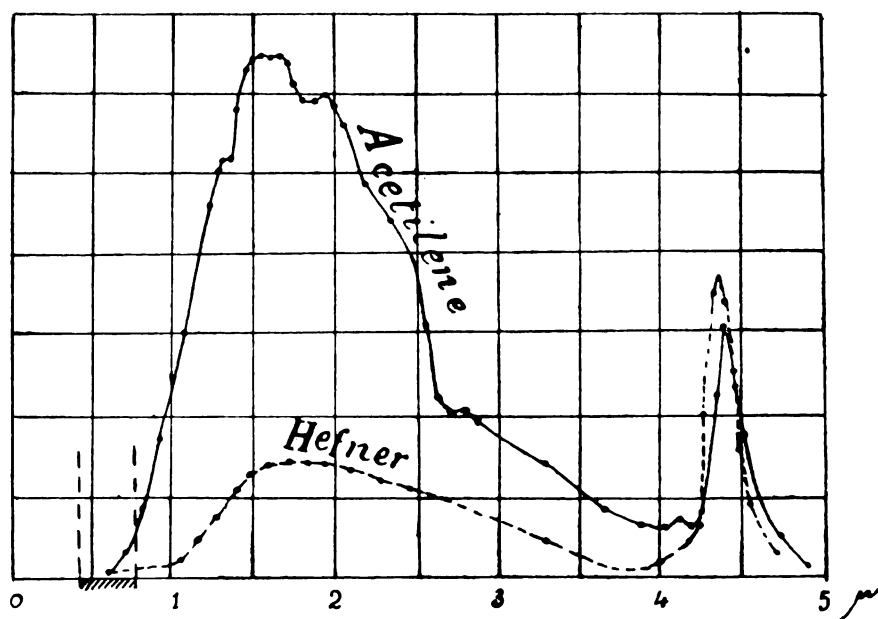


Fig 1-A

di mercurio (fig. 1 C). La scala delle ordinate non è la stessa in tutti i diagrammi; ma ciò che interessa è l'andamento delle diverse curve, specie nell'intervallo dello spettro visibile (0,4 - 0,75 μ).

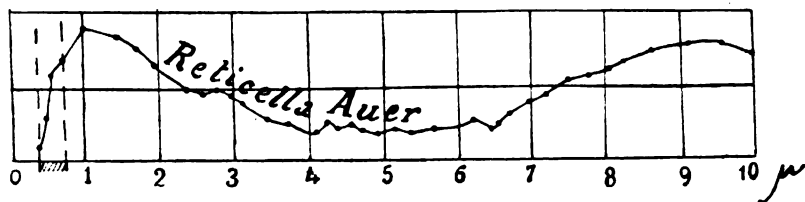


Fig. 1 - B

Tolto così, crediamo, ogni dubbio sulla importanza reale anche per la pratica, della osservazione fatta, è il caso di ricordare che quando si paragonano fra di loro luci eterocromatiche (3), i risultati

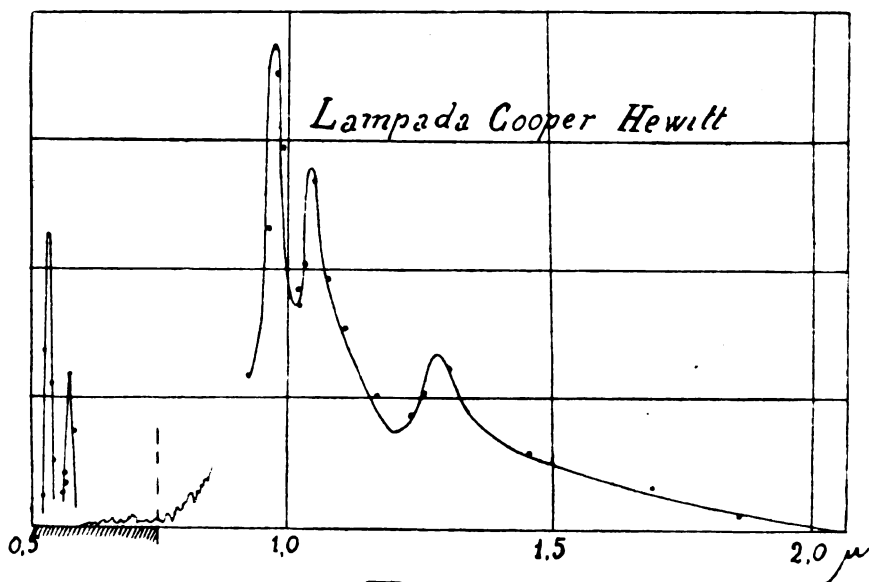


Fig. 1 - C

del confronto variano nettamente a seconda del metodo fotometrico impiegato; che questo dipende dal fatto che i vari metodi confrontano fra di loro non le luci in sè stesse, ma i loro effetti: i quali effetti sono proporzionati fra loro solo nel caso di luci dello stesso colore.

Ne segue, che la valutazione dell'intensità luminosa di una lampada ha un significato determinato *solo se si precisa il metodo fotometrico col quale l'intensità stessa è stata ottenuta*: l'indeterminazione che nasce dalla mancanza *frequente*, che si deve lamentare, di questa indicazione, è naturalmente tanto maggiore quanto maggiore è la eterocromaticità delle luci delle lampade confrontate; al punto che il dire *sens'altro*, come è stato fatto talvolta, che ad. es. una lampada a vapori di mercurio ha in una certa direzione l'intensità di 1 candele, è *pressochè privo di ogni significato*.

Le cifre che daremo in seguito, *si intenderanno generalmente, a meno di indicazioni in contrario, ottenute mediante fotometri fondati sul principio dell'eguale illuminazione* (fotometri Lümmer-Brodhun, L. Weber, Krüss, Fabry, Crova, etc.); non perchè tali fotometri siano preferibili sempre agli altri (chè spesso sarebbe assai utile, per ragioni evidenti, che venissero impiegati fotometri fondati sul principio della *eguale acuità visiva*) ma perchè, essendo i più diffusi, sono quelli più spesso usati dagl'i sperimentatori.

3. — Vi è poi la questione della *unità* con la quale esprimere le intensità luminose.

È noto che le difficoltà di realizzare una unità ben definita che potesse riprodursi facilmente e rimanesse sempre comparabile a sè stessa, hanno purtroppo condotto all'uso contemporaneo, nei diversi paesi, di unità luminose affatto diverse; sicchè è tutt'altro che raro il trovare dei lavori sperimentali, ben condotti, il cui valore pratico è però minimo in causa dell'assenza di indicazioni sull'unità fotometrica adoperata.

Un tentativo di unificazione è stato fatto di recente (1909) dal *Bureau of Standards* di Washington, d'accordo con i laboratori inglesi e francesi, con l'adozione della *Candela Internazionale*, che ha sostituito rispettivamente, nei tre paesi, la candela *americana*, quella *inglese* (Vernon Harcourt) e quella *decimale* che fin qui erano state adoperate. Ma questa unità non è stata accettata da tutti i paesi, ed in particolare dalla Germania; uno degli appunti principali che sono stati fatti riguarda l'adozione della lampada a vapori di pentano (Vernon Harcourt) come lampada campione; chè ricerche recenti (4), di indiscusso valore, hanno mostrato come per questo scopo la lampada a vapori di pentano *non* sia preferibile alla Hefner-Alteneck.

Per ciò che riguarda l'Italia, il *Comitato Elettrotecnico Italiano* che fa parte della Commissione Elettrotecnica Internazionale

non si è ancora pronunciato in proposito. Possiamo quindi concludere affermando che non esiste ancora una unità d'intensità luminosa veramente « internazionale ».

La questione potrà forse essere risolta adottando come unità quella proposta dal *Bureau of Standards*, definita però come una certa frazione dell'intensità della Hefner (che diventerebbe così la lampada campione) della quale non si può, senza inconvenienti, far variare notevolmente l'intensità luminosa (come ha proposto il S. Claire Deville); forse invece la soluzione si troverà lungo la via intrapresa dal Bureau of Standards che sta attualmente studiando, con risultati assai promettenti, le proprietà illuminanti dei tubi a Neon percorsi da correnti elettriche alternate (5).

Per ciò che riguarda la presente relazione, si è deciso di conservare come unità di intensità luminosa la *Candela Hefner* che è quella che fino ad ora è stata sempre usata in Italia; le relazioni (che qui si riportano) fra questa unità e le altre tuttora in uso, permetteranno del resto facilmente ogni trasformazione.

1 candela Hefner = 0,90 candele internazionali (B. of Standards, Washington)

1 " inter. = 1 pentano-candle (Vernon Harcourt)

1 " " = 1 bougie decimale

1 " " = 1 american candle

1 " Hefner = 0,995 bougie Carcel

4. — Rimane ora da chiarire il significato della frase *intensità luminosa di una lampada*; chè, come è ben noto, le lampade attualmente adoperate hanno intensità luminosa assai diversa nelle diverse direzioni: hanno cioè un *solido fotometrico* la cui forma è ben diversa dalla sferica (con la lampada al centro).

Per togliere subito, anche qui, ogni dubbio che questa osservazione abbia scarsa importanza pratica, non c'è che da dare uno sguardo alle figure, relative a solidi fotometrici, che accompagnano la presente relazione; sono del resto ben conosciuti gli inconvenienti pratici derivati, specie per le lampade ad arco, dalla mancanza di intesa su questo punto fra fabbricanti di lampade ed acquirenti; inconvenienti sintetizzati in questa avvertenza ingenua ed empirica che è contenuta in un recente Manuale per Ingegneri: che le candele delle lampade ad arco *illuminano meno* (circa 1/3) di quelle delle lampade ad incandescenza!

Ora di una lampada qualsiasi può interessare, a seconda dei casi:

a) *L'intensità luminosa massima* J_{max} ;

b) *L'intensità luminosa media sferica* J_s , definita come l'intensità che dovrebbe avere un'altra lampada per emettere nello spazio lo stesso flusso luminoso, pur avendo intensità uniforme in tutte le direzioni; ciò che si traduce analiticamente con:

$$J_s = \frac{1}{4\pi} \int_0^{4\pi} J \cdot d\omega$$

essendo $d\omega$ l'elemento di angolo solido (col vertice nel centro della lampada) ed J l'intensità corrispondente, variabile con ω , della lampada che si considera.

c) *L'intensità luminosa media emisferica inferiore*, J_{em} definita come la precedente, limitatamente però alla luce inviata dalla lampada verso il basso:

$$J_{em} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} J \cdot d\omega$$

Nel simbolo J_{em} riteniamo superfluo specificare che si tratta della intensità media emisferica *inferiore* e non di quella *superiore* (definita come la precedente, ma limitatamente alla luce inviata dalla lampada verso l'alto), perchè qui intenderemo parlare sempre della prima.

d) finalmente riesce generalmente più comoda delle altre la misura della *intensità luminosa media orizzontale* J_o .

L'intensità di cui in a) interessa nei casi degli apparecchi di proiezione, dei fari, ecc.; quella di cui in b) interessa nel *caso generale della illuminazione degli ambienti*, specie se chiusi, inquantochè essa misura, a meno del fattore $\frac{1}{4\pi}$ il flusso luminoso totale (in *Lumen*) emesso dalla lampada; quella di cui in c) interessa nel caso della illuminazione degli ambienti aperti (nei quali cioè non abbia entità apprezzabile la diffusione di luce operata dalle pareti) inquanto chè essa misura, a meno del fattore $\frac{1}{2\pi}$, il flusso di luce inviato verso il basso.

I rapporti fra queste diverse intensità sono *assai* variabili con la forma del solido fotometrico della lampada.

Dal punto di vista dell'illuminazione non c'è dubbio che la più importante delle intensità poc'anzi definite sia l'*intensità media sferica*; ed è perciò ad essa che ci riferiremo di frequente. Siccome però il valore pratico di una lampada non è definito se non si conosce la forma del solido fotometrico (basta ricordare che da questa forma dipende ad esempio la scelta dell'altezza di sospensione più conveniente), così per ogni tipo di lampada precisaremo, tutte le volte che sarà possibile, la forma media del solido fotometrico riportandone una sezione meridiana; o, se occorre (per lampade ad es. praticamente asimmetriche rispetto al loro asse) più sezioni meridiane od equatoriali. Da questi elementi grafici si potranno facilmente dedurre con procedimenti grafici noti (6) (Rousseau, Bloch, Wild, ecc.), i rapporti medi fra le varie intensità luminose poc'anzi definite (alcuni di questi rapporti saranno anzi indicati anche nella presente relazione); e si potranno quindi riportare i consumi alla intensità che si desidera.

Nel confrontare eventualmente i dati qui contenuti con quelli di altre pubblicazioni, si tenga conto perciò della intensità luminosa alla quale i consumi sono riferiti: chè riferendosi alla intensità luminosa massima od a quell'a media orizzontale, i consumi sarebbero risultati quasi sempre *apparentemente* inferiori; apparentemente perchè, ripetiamo, nella grande generalità dei casi l'effetto illuminante di una lampada dipende direttamente dalla J_s o dalla J_{em} e non dalle altre.

Veramente il riferirsi all'intensità media sferica significa in sostanza, come è stato già osservato, riferirsi *al flusso totale di luce* emesso dalla lampada, flusso dal quale la J_s differisce a meno di un fattore costante $\frac{1}{4\pi}$; sarebbe dunque più logico riportare addirittura il consumo delle lampade all'unità di flusso (lumen) emesso. Tuttavia, poichè l'uso generale è quello di considerare le intensità luminose e non il flusso, si è creduto conveniente, per ragioni di opportunità pratica, seguire questo uso; tanto più in quanto che la cosa non ha influenza alcuna sopra i risultati di eventuali confronti fra i diversi tipi di lampade.

Le accennate definizioni della intensità luminosa non valgono, a rigore, che per lampade puntiformi; ma potranno mantenersi in prima approssimazione anche per lampade di forma molto diversa (quelle a vapori di mercurio, ad es.) purchè *le distanze fra le lampade ed il fotometro* (od i corpi illuminanti) *siano grandi rispetto alle loro dimensioni*.

5. — V'è anche da osservare che le lampade vengono spesso rinchiuse entro globi di vetro di vario tipo (vetro trasparente, opalino, smerigliato, globi olofani, ecc.) aventi lo scopo di impedire la vista diretta del corpo illuminante, quando lo splendore intrinseco ne sia eccessivo, o di modificare, insieme a riflettori di forma e disposizione conveniente, la forma del solido fotometrico della lampada.

La necessità di nascondere alla vista diretta il corpo illuminante risulta, *anche quantitativamente*, dalle cifre seguenti (7) (Dow, Mackinney, Ives, Luckiesh) che potranno dare un'idea dello splendore intrinseco di diversi illuminanti, in candele Hefner per cm.² di superficie emittente:

Arco elettrico ordinario (cratere): 15.000-30.000 cand. per cm.²

Arco elettrico ordinario (arco): circa 800 cand. per cm.²

Filamento lampade Nernst: circa 500 cand. per cm.²

Lampade elettriche incand. filam. metallico: 160 cand. per cm.²

Lampade elettriche incand. fil. carbone: circa 50 cand. per cm.²

Reticella Auer: circa 5-10 cand. per cm.²

Lampada a vapori di mercurio: 2-3 cand. per cm.²

Fiamme a gas a ventaglio: 0.5-1 cand. per cm.²

Nella presente relazione, le lampade saranno considerate *con l'involucro più spesso adoperato nella pratica*, il quale, del resto, sarà sempre specificato. Volendo passare dai casi qui considerati a quelli di lampade entro involucri diversi, basterà tener presente i seguenti valori dei *coefficienti apparenti di assorbimento* relativi ad alcuni dei globi più in uso:

Globi di vetro trasparente . . .	0,03-0,10
» » olofano . . .	0,05-0,15
» » opalino . . .	0,10-0,20
» » smerigliato . . .	0,15-0,30
» » alabastrino . . .	0,20-0,40
» » latteo . . .	0,30-0,50

Questi coefficienti precisano la perdita, per assorbimento, di flusso luminoso che si ha nell'attraversamento del globo; essi esprimono anche, direttamente, la diminuzione di *intensità luminosa media sferica* che si verifica.

Non si confondano questi coefficienti *apparenti* con i coefficienti *veri* di assorbimento del materiale di cui è fatto il globo di vetro: nei primi, che risultano maggiori, è tenuto conto delle riflessioni che avvengono alla superficie interna dei globi.

Non è possibile dare notizie precise sulla deformazione del solido fotometrico che i globi ed i riflettori possono produrre, tutto dipendendo, specie nei globi olofani, dalla loro natura e dalla loro forma speciale; di questo però si dovrà tener conto nel confrontare i risultati di ricerche diverse sulle medesime lampade.

6. — Un'ultima causa di indeterminazione nel valutare le intensità luminose delle lampade sta nella circostanza che la luce ch'esse emettono può variare leggermente, ma rapidamente, da un istante all'altro. L'inconveniente, che ha entità inapprezzabile nel caso delle lampade elettriche ad incandescenza (purchè rimanga costante, ben inteso, la tensione di alimentazione) assume entità un po' maggiore nelle lampade a gas ad incandescenza e per quelle elettriche a vapori di mercurio, e non può più essere trascurato nel caso delle lampade ad arco o di quelle a gas a fiamma libera. In questi casi gli sperimentatori si limitano generalmente a misurare valori medi (rispetto al tempo) delle intensità luminose: circostanza che diminuisce la già scarsa precisione delle ordinarie misure fotometriche. Una idea più precisa, anche quantitativamente, delle variazioni di luce alle quali abbiamo accennato si potrà avere consultando due ricerche recenti del Voege (8) e del Presser (9); la fig. 2, tratta dal lavoro del Voege, rappresenta l'andamento, in funzione del tempo, dell'energia raggiante ricevuta da una pila termoelettrica esposta alla luce di una buona lampada ad arco a carboni non impregnati (alimentata da una batteria di accumulatori) e collegata ad un adatto galvanometro registratore; i valori istantanei dell'energia raggiante sono sensibilmente

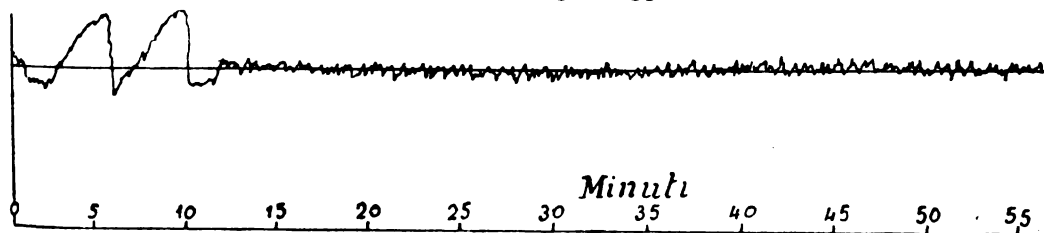


Fig. 2

proporzionali ai valori istantanei della intensità luminosa in una determinata direzione. La fig. 2 mostra come le variazioni continue d'intensità luminosa delle lampade ad arco superino normalmente il 10 % del valore medio, anche nell'ipotesi che la lampada sia alimentata a tensione costante.

B) Sulla misura dell'energia consumata — Consumo specifico.

7. — Occorre anzitutto individuare in modo preciso la *natura* e le *caratteristiche* dell'energia consumata nella lampada; poichè l'esperienza dimostra che esse influiscono sulle proprietà delle lampade.

Per le lampade elettriche è necessario distinguere intanto se si tratta di lampade alimentate da corrente continua od alternata; nel primo caso basterà dare la *tensione* applicata agli estremi della lampada e l'*intensità* della *corrente* che la percorre, per aver definito qualitativamente e quantitativamente l'energia consumata per la produzione della luce. Nel secondo caso invece occorrerà precisare, oltre le grandezze accennate, la *frequenza* della corrente alternata, il suo *fattore di forma* ed il *fattore di potenza* della lampada. La conoscenza del fattore di potenza (oltre a quella della *potenza* assorbita), interessa indirettamente perchè da esso dipende, sebbene in piccola parte, la sezione dei conduttori, cioè il costo dell'impianto, e le eventuali perturbazioni che l'inserimento dell'a lampada può portare alla rete di distribuzione. La frequenza influisce sulla *qualità* della luce emessa, sul consumo di energia a parità di luce e soprattutto sulla *vita* delle lampade (§ 12, 13); influenza analoga (1) ha pure la forma dell'a corrente.

(1) Da ricerche recenti del KINSLOE, (*Electrical World* - v. 56 - pag. 1179) sembrò per un momento provato che eventuali variazioni del fattore di forma avessero sulle proprietà delle lampade elettriche ad incandescenza ed in specie sulla loro durata, una influenza assai maggiore di quello che era o sembrava prevedibile; in particolare quando il rapporto fra i valori massimi ed i valori efficaci della tensione passava da 1,405 (corrente pressochè sinusoidale) ad 1,59, la durata delle lampade, per es. a filamento metallico, sembrava ridursi nettamente alla metà: si poteva quasi pensare a dedurre indirettamente il fattore di forma medio di una corrente, dalla vita media di lampade determinate funzionanti in condizioni costanti! Dall'insieme delle vivaci discussioni (SHARP e ROBINSON - *El. World* - 1911 - v. 57 - pag. 125 e segg.) suscitate dal lavoro del Kinsloe è risultato però che l'influenza del fattore di forma sulle proprietà delle lampade elettriche esiste bensì, ma ha *entità di gran lunga minore di quella indicata dal Kinsloe*; i cui risultati pare siano stati spiegati esaurientemente colla circostanza che gli strumenti di misura dei quali si serviva, davano indicazioni non insensibili alle variazioni dello stesso fattore di forma della corrente.

Ora nella quasi totalità dei lavori sull'argomento che ci interessa, è precisata bensì la frequenza, ma non la forma della corrente; e poichè la forma varia certamente da un impianto all'altro, e, per un medesimo impianto, coll'entità e con la natura del carico, questa è certamente una delle ragioni secondarie delle discordanze che esistono fra i diversi lavori.

Si spiega così una volta di più la circostanza, che dei principali dati caratteristici di ogni tipo di lampada elettrica, è generalmente possibile di precisare piuttosto l'*intervallo* (sufficientemente ristretto però) nel quale si trovano compresi i valori più frequenti, che non dei valori medi attendibili.

Seguendo l'uso comune intenderemo per *consumo specifico* di una lampada elettrica il *rapporto fra la potenza consumata e la intensità luminosa media sferica della lampada*: lo esprimeremo generalmente in *watt per candela Hefner*. Talvolta daremo il consumo specifico anche re'ativamente alla intensità media emisferica inferiore, avendo però cura di avvertirlo esplicitamente.

8. — Nel caso delle lampade a gas, siccome ciò che interessa non è direttamente l'energia (sviluppatasi nella combustione, ma piuttosto la quantità (volume) del gas consumato, che è il dato sul quale si fondano i pagamenti, si presenta il problema tutt'altro che semplice di individuare in modo preciso la qualità del gas di cui si fa uso.

Questo intento non si può raggiungere *praticamente* dando la composizione chimica del gas. È ben noto, difatti, che il gas-luce è un miscuglio di numerosi idrocarburi, idrogeno, ossido di carbonio e gas inerti (anidride carbonica, azoto, ecc.); e poichè sulla sua composizione influisce la qualità del combustibile distillato, ed il modo col quale è stata condotta la distillazione e la depurazione, rimane pienamente giustificata, anche prescindendo da eventuali arricchimenti del gas-luce (mediante vapori di benzina od altro) o da eventuali mescolanze col gas d'acqua, la estrema variabilità constatata da un giorno all'altro, nel medesimo luogo, della sua composizione chimica; la quale, d'altra parte, è legata *al valore del gas, dal punto di vista dell'illuminazione, in modo troppo indiretto e complesso*.

Si è quindi cercato di individuare questo valore mediante determinazioni empiriche dirette: la prima idea che è venuta è stata quella di definire il *potere illuminante* di un certo gas dall'intensità lumi-

nosa di una determinata lampada avente un consumo orario assegnato; e di considerare la qualità del gas individuata da questo potere illuminante. Ma ricerche attente fatte in proposito (10) hanno messo in luce l'influenza sensibile di innumerevoli circostanze sul valore del potere illuminante; quali la pressione del gas all'uscita dalla lampada, lo stato igrometrico dell'aria. ecc.; ed altre ricerche volte a studiare il fenomeno chimico della combustione (11) hanno mostrato quanto fossero inesatte in proposito quelle nostre idee alle quali erano ispirate molte delle cautele e delle prescrizioni relative all'accennata determinazione di potere illuminante. Ad eliminare fortunatamente tutte le difficoltà sorte in seguito a questi studi, ha provveduto, per così dire, lo sviluppo sempre crescente della illuminazione a gas ad *incandescenza*.

Per queste lampade difatti, utilizzanti l'idea geniale di Auer, il potere illuminante definito nel modo accennato non ha più alcun valore, poichè tutto ciò che si richiede al gas è ch'esso sia capace di svolgere, bruciando mescolato all'aria, una quantità di calore sufficiente a portare a temperatura elevata la reticella che si trova immersa nella fiamma; e l'esperienza ha dimostrato che quando si fa uso di queste lampade, il valore del gas risulta sufficientemente individuato dal suo solo *potere calorifico*, che definiremo come *la quantità di calore che può svolgere, bruciando completamente, un m.³ di gas*, preso alla temperatura di 0° ed alla pressione atmosferica normale. Bisogna però togliere subito una causa di incertezza relativa a questa definizione. È noto che fra i prodotti della combustione del gas-luce vi sia anche l'acqua (per la presenza di idrogeno, libero o combinato, nel gas). Se la combustione si fa avvenire in modo che i prodotti siano lasciati liberi a temperatura inferiore ai 100°, essi cederanno anche il calore corrispondente alla condensazione del vapore acqueo; altrimenti no. Ora il 1° caso è quello che si verifica normalmente nei calorimetri impiegati per la misura del potere calorifico dei gas (per es. nel noto tipo Junkers); il 2° è invece quello che si verifica generalmente in quasi tutte le applicazioni del gas luce: i prodotti della combustione escono difatti dalle lampade o dai fornelli a temperatura notevolmente superiore ai 100°.

Ne segue che il potere calorifico misurato dai calorimetri, incluse cioè le calorie di condensazione del vapore, è più alto di quello effettivamente utilizzato nella pratica. La differenza fra i due si può calcolare facilmente in base alla quantità di idrogeno che contiene il gas; ne risulta che, nei limiti delle composizioni chimiche usuali, il

2° potere calorifico (che diremo *inferiore*) è minore dell'altro (*superiore* di circa $10 \div 12\%$).

Nella presente relazione, adottando la decisione presa dalla Commissione Fotometrica Internazionale (12) nel suo ultimo Congresso di Zurigo (luglio 1911), *riteniamo che il valore del gas-luce sia sufficientemente individuato dalla conoscenza del suo potere calorifico; e intenderemo anzi di riferirci sempre, salvo indicazioni in contrario, al potere calorifico inferiore* il quale, per le ragioni già esposte, è quello che generalmente interessa nelle applicazioni. L'accennata individuazione della qualità del gas sarà deficiente nel solo caso delle lampade a gas a fiamma libera, la cui importanza attuale è limitatissima. Seguendo l'uso comune, intenderemo per consumo *specifico* di una lampada a gas *il rapporto fra la quantità del gas consumato nell'unità di tempo dalla lampada e l'intensità luminosa media sferica* (in qualche caso, nel quale lo avvertiremo esplicitamente, daremo anche i consumi relativi all'intensità luminosa media emisferica inferiore); rapporto che esprimeremo generalmente in *litri di gas all'ora* (s'intenderà gas a 0° ed alla pressione atmosferica normale) *per candela Hefner*.

I consumi s'intenderanno relativi ad una qualità di gas che diremo *normale*, di potere calorifico inferiore eguale a 5000 calorie per m.³ L'esame dei risultati delle numerosissime analisi chimiche e delle numerosissime determinazioni di potere calorifico del gas-luce ottenuto da carbone fossile adatto con metodi appropriati, dimostra infatti che il potere calorifico inferiore del gas-luce dovrebbe oscillare normalmente fra 5000 e 5500 calorie; sicchè la cifra adottata dovrebbe essere piuttosto inferiore che superiore al potere calorifico (inferiore) medio del gas. Ma non bisogna tacere che nella fabbricazione corrente, per varie ragioni che qui non è il luogo di discutere, il potere calorifico del gas è assai spesso inferiore alle cifre accennate: non sono rare le constatazioni che il potere calorifico non arriva alle 4000 calorie! Volendo perciò riferirsi nei consumi, *non* a del gas di buona (ma non ottima) qualità qual'è quello da 5000 calorie, ma piuttosto a gas della *qualità media corrente*, sarebbe necessario supporre un potere calorifico inferiore di circa 4500 calorie. Dell'influenza sul consumo specifico del potere calorifico del gas, della sua pressione, ecc., si dirà in seguito, a suo tempo. (§ 14, 15, 18, 19).

9. — Nel valutare l'energia consumata in certe lampade elettriche, occorre tener presente che spesso, per il buon funzionamento della medesima, occorrono dei consumi supplementari di energia in

meccanismi ed organi accessori, quali le resistenze zavorra, i meccanismi di regolazione, ecc.: è questo il caso delle lampade ad arco in genere. L'entità di questi consumi supplementari *indispensabili* varia però molto col tipo delle lampade e con le particolarità dell'impianto (col modo di raggruppamento delle lampade, ad es.); per questa ragione qui avremo cura di tener distinti i consumi specifici relativi alla lampada propriamente detta, dai consumi accessori: di questi ultimi daremo l'entità massima presumibile.

Qualche cosa di analogo si potrebbe dire per alcuni tipi di lampade a gas, le quali richiedono, per funzionare, la compressione preventiva di gas o di aria: la spesa di compressione è evidentemente una spesa supplementare da aggiungere a quella derivante dal consumo del gas. Tuttavia qui non daremo l'entità di queste spese supplementari perchè esse dipendono troppo dalle modalità dell'impianto (in particolare dal sistema di compressione adoperato, dalla natura della forza motrice impiegata, dall'estensione dell'impianto, ecc.): del resto *gli elementi tecnici occorrenti per la loro valutazione* (che occorrerà fare caso per caso) *si rileveranno senz'altro dai dati, che riporteremo, sui consumi specifici e sulle pressioni di funzionamento.*

C) *Variabilità col tempo delle proprietà delle lampade — Durata assoluta e durata utile.*

10. — Le proprietà di alcuni tipi di lampade, quali quelle a gas a fiamma luminosa e quelle elettriche ad arco, sono sensibilmente indipendenti *dall'età* della lampada, cioè dal tempo durante il quale ha già funzionato; per altri tipi invece (lampade elettriche ad incandescenza, lampade a gas ad incandescenza) le proprietà variano col tempo. Le lampade della 1^a categoria saranno dunque sufficientemente individuate dal loro consumo specifico iniziale, che si manterrà sensibilmente costante, e, eventualmente, dalla frequenza dei ricambi occorrenti per alcune parti (i carboni, ad es., delle lampade ad arco); invece le lampade dell'altra categoria saranno individuate *solo* quando si conoscerà *l'andamento, in funzione del tempo, delle loro proprietà.*

A queste considerazioni si ricollega l'importantissima questione della *durata* delle lampade. Chiameremo qui *durata assoluta* (o *vita*) di una lampada *la somma dei periodi di funzionamento dall'istante in cui la lampada viene accesa per la prima volta all'istante in cui essa diventa affatto impropria all'uso* (per rottura del filamento se

si tratta di lampade elettriche ad incandescenza; o della reticella se si tratta di lampade a gas, ecc.).

Ma poichè le qualità delle lampade vanno progressivamente peggiorando con l'uso (generalmente), è chiaro che prima ancora ch'esse diventino inutilizzabili, potrà darsi che convenga *affrontare la spesa di ricambio* anzichè continuare a servirsi di una lampada il cui consumo specifico è aumentato troppo o la cui intensità luminosa è divenuta insufficiente. Il momento nel quale conviene eseguire il ricambio dipende evidentemente, oltre che dalle proprietà della lampada, anche dal *costo della lampada* (o della reticella) e dal *costo dell'energia elettrica* (o del gas); sicchè se si definisse come *durata utile* di una lampada *la somma dei periodi di funzionamento, sino però all'istante nel quale conviene effettuare il ricambio*, non potrebbe dirsi che questa durata utile sia un dato caratteristico della lampada. Per evitare questa indeterminazione e per facilitare i confronti fra i diversi tipi di lampade, l'Istituto Fisico-tecnico Tedesco è venuto nella deliberazione di definire *empiricamente* come *durata utile* di una lampada *la somma dei periodi di funzionamento dall'istante iniziale a quello nel quale l'intensità luminosa media sferica è scesa all'80 p. cento dell'intensità luminosa media sferica iniziale*. Essendo questa seconda definizione adottata quasi universalmente, è ad essa che ci atterremo nella presente relazione, malgrado alcune ragionevoli obiezioni che pure si potrebbero muoverle.

Il rapporto fra la durata assoluta e la durata utile è molto diverso da un tipo all'altro di lampada. Per le lampade elettriche ad incandescenza a filamento di carbone la prima è quasi sempre tripla o quadrupla della seconda; e la stessa cosa può dirsi di certi tipi di reticelle per lampade a gas nelle quali si nota una fortissima diminuzione di intensità luminosa (13) nelle prime ore o diecine di ore di accensione.

Invece capita spesso di constatare, nelle nuove lampade elettriche a filamento metallico, che i filamenti si rompono prima che la intensità luminosa sia diminuita del 20 %, cioè che la durata assoluta tende ad essere più breve della durata utile. Una osservazione analoga pare possa farsi per le recentissime reticelle di seta artificiale (14) per lampade a gas; e sebbene manchi in proposito un complesso di ricerche esaurienti, pure la cosa è credibile se si deve giudicare da alcune microfotografie, da poco rese note (15), che rappresentano l'aspetto delle antiche e delle nuove reticelle dopo diverse durate di accensione.

11. — Un'ultima osservazione dobbiamo ancora fare sulla *vita media* che attribuiremo, in base alle precedenti convenzioni, alle lampade di vario tipo; e riguarda la frequenza con la quale si incontrano *lampade la cui vita reale è notevolmente diversa, nei due sensi, dalla vita media della loro categoria*. Questa frequenza è piuttosto piccola nelle lampade elettriche a filamento di carbone la cui importanza attuale è però secondaria; ma non può dirsi la stessa cosa nè per le lampade a filamento metallico nè per le reticelle delle lampade a gas. È noto a tutti, infatti, che si trovano di frequente tanto delle lampade a filamento metallico il cui filamento si rompe dopo poche decine di ore, quanto di quelle la cui durata è di molte migliaia di ore: nell'Electrical World del 1911 è data notizia (pagina 1214, di una lampada che ha durato o'tre 13.000 ore!

Prescindendo anche dai casi eccezionali, pare che la ragione del fatto accennato debba ricercarsi, per le lampade a filamento metallico, nelle difficoltà che presenta la loro fabbricazione; difficoltà per le quali, volendo ad es. costruire delle lampade per 110 volt, non si riesce che a costruire lampade adatte per tensioni *poco diverse* da 110 volt. Ne segue che una frazione rilevante delle lampade messe in commercio deve funzionare normalmente ad una tensione nettamente inferiore o superiore a quella per cui sarebbero più adatte; e questo spiega il fatto accennato, tenuto presente che la tensione di alimentazione ha una grande influenza sulla durata delle lampade, specie a filamento metallico: un aumento, ad es., del 2 % nella tensione normale di alimentazione provoca una diminuzione (16) media della loro durata assoluta del 20 %. È probabile che le difficoltà di fabbricazione, e quindi il fatto accennato, si attenueranno grandemente, e forse spariranno, con l'introduzione dei procedimenti recentissimi, tuttora poco noti, di trafilatura dei filamenti.

Quanto alle reticelle ad incandescenza, bisogna riflettere che il loro comportamento dipende anche dalla *qualità* del gas-luce che si adopera, dalla sua *pressione* e dal *tipo* di lampada che si impiega; e che poi sulla luce ch'esse emanano influisce in modo essenziale la percentuale di *ossido di cerio* che contengono. Dalle ricerche fatte in proposito dal Whitaker (17) risulta che le variazioni nella proporzione del cerio producono variazioni relativamente enormi sull'intensità luminosa ottenibile: sicchè non è difficile immaginare come la composizione del gas-luce, influendo sulla volatilità del cerio, possa influire anche sulla durata della reticella: le modalità d'attacco della reticella e le condizioni in cui la lampada funziona (in luoghi aperti o riparati) influiscono poi sulla *conservazione* della reticella, e quindi, ancora, sulla sua durata.

DATI RELATIVI ALL'IMPIEGO DEI TIPI PIU' USATI DI LAMPAD ELETTRICHE ED A GAS

12. — *Lampade elettriche ad incandescenza* (fil. di *carbone*, di *carbone metallizzato*, di *tantalio*, fil. così detto *metallico*).

L'andamento della intensità luminosa nelle varie direzioni è un po' variabile con la forma del filamento; ma la sezione meridiana del solido fotometrico di lampade con ampole di vetro trasparente ha generalmente un andamento assai vicino a quello in-

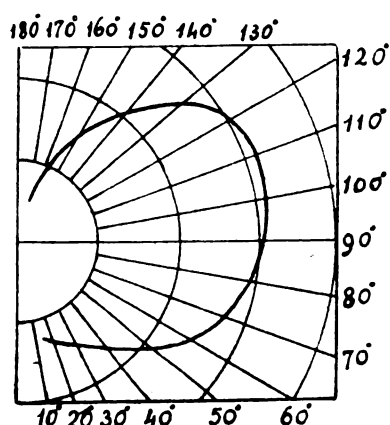


Fig. 3

dicato dalla fig. 3. La sezione equatoriale dell'or stesso solido è poco diversa da un cerchio; lo stesso può dirsi delle sezioni fatte con piani paralleli.

Si ha in media (§ 4):

$$\frac{J_0}{J_s} = 1,25 \div 1,35.$$

Quanto al consumo specifico ed alla durata, occorre tener presente che *una medesima lampada può essere alimentata a tensioni diverse*: vuol dire che *più la tensione è alta e minore risulta il consumo specifico; in compenso però diminuisce la durata*. Non si può, dunque, a rigore, parlare della *tensione* di una lampada; si può però darle convenzionalmente questo significato: *la tensione alla quale il comportamento della lampada riesce economicamente più conveniente, tenuto conto del costo della lampada e di quello dell'energia elettrica*: cioè *la tensione che rende minimo, per quella lampada, il costo totale della candela-ora*. La tensione indicata sulle lampade dovrebbe essere appunto quella così definita, supposto un certo prezzo medio per l'energia elettrica.

Bisogna però riflettere che per le difficoltà di fabbricazione, più o meno gravi a seconda dei tipi di lampade (§ 11), non si riesce praticamente ad ottenere delle lampade adatte *tutte per la stessa tensione*; ma solo delle lampade la cui tensione più conveniente (in base alla definizione già data) è poco diversa da quella fissata. Sicchè la quasi totalità delle lampade ad incandescenza, anche se alimentata esattamente alla tensione indicata, funziona normalmente a tensione un po' diversa da quella che sarebbe veramente la più adatta: si spiegano così le differenze individuali di comportamento, le quali sono poi aggravate da possibili diversità di costruzione (dal diverso grado di vuoto che regna, ad es., nelle ampole), e dal fatto che le reti di distribuzione di energia elettrica forniscono tensioni continuamente e diversamente variabili da un punto all'altro della rete.

A precisare l'influenza della tensione di alimentazione sul consumo specifico e sulla durata delle lampade, basterà ricordare alcuni studi fatti in proposito.

Sperimentando sopra gruppi di lampade a filamento di carbone della stessa provenienza, si è trovato (18) che la durata utile, che era di circa 370 ore quando la tensione di alimentazione era tale da corrispondere ad un consumo specifico iniziale di circa 3,3 watt per candela di intensità luminosa media orizzontale, si riduceva ad ore 110 e ad ore 40 quando si elevava la tensione in guisa che il consumo specifico iniziale scendesse rispettivamente a 2,8 e ad 1.7 watt per candela.

Comportamento analogo presentano tutte le lampade ad incandescenza; ed in particolare anche quelle così dette a filamento metallico, per le quali gioverà ricordare le esperienze del Remané (19)

e del Libesny (20). Dal primo riportiamo anzi la fig. 4 che rappresenta l'andamento, in funzione delle ore di accensione, dell'intensità luminosa di un certo numero di lampade dello stesso tipo (Osram) alimentate le une a tensione normale, le altre a tensioni via via crescenti del 5 %. Si noterà, a parte il fenomeno dell'aumento di intensità luminosa nelle prime decine o centinaia di ore

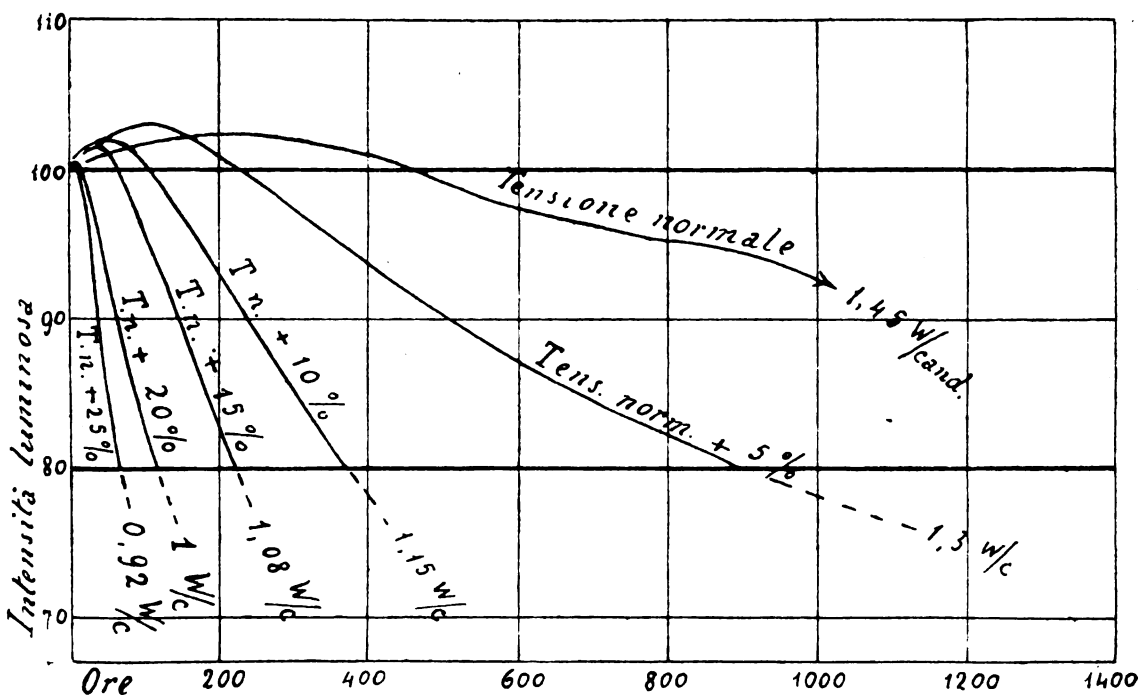


Fig. 4

di tensione, che la durata utile media delle lampade alimentate a tensione normale è stata di circa 1700 ore; ma è bastato un aumento del 5 % della tensione per ridurla a sole 900 ore; e così aumenti del 10 % e del 25 % hanno ridotto rispettivamente la durata utile a 370 ed a sole 70 ore: ad 1/25, cioè, della durata a tensione normale!

Bisogna ancora avvertire, in linea generale, che le proprietà delle lampade sono tanto meno buone quanto minore è, entro certi limiti, l'intensità luminosa e quanto maggiore è la tensione normale di alimentazione: circostanze che influiscono sul diametro e sulla lunghezza dei filamenti.

Non può infine considerarsi come sufficientemente chiarita la questione del comportamento dei vari tipi di lampade con corrente continua od alternata di diversa frequenza (§ 1). Senza discutere qui se le diversità di comportamento (innegabili in certi casi) si debbano esclusivamente alla variabilità della temperatura dei filamenti percorsi da correnti alternate; se si debbano invece a variazioni nella struttura molecolare che sarebbero provocate dalla periodicità delle azioni alle quali i filamenti sono sottoposti; o se piuttosto la ragione del diverso comportamento non si debba ricercare nel concorso simultaneo delle due cause accennate, la cui singola importanza sarebbe variabile con la natura e le particolarità del filamento, pare incontrastabile che la durata delle lampade sia nettamente minore, in genere, se alimentate con corrente alternata.

Nelle *lampade usate a filamento di carbone*, per tensioni normali fra 50 e 150 volt e per intensità luminose comprese fra 10 e 32 candele, il consumo specifico iniziale è generalmente prossimo a 4 watt per candela di intensità luminosa media sferica. La durata utile media è di circa 400 ore se le lampade sono alimentate con corrente continua: verso la fine il consumo specifico della lampada è aumentato del 20 % circa. Con correnti alternate la durata pare si riduca a circa $\frac{4}{5}$.

La durata assoluta è generalmente molto maggiore della durata utile, superando per lo più le 1000 ore; alla fine delle quali, però, l'intensità luminosa della lampada è appena $\frac{1}{3}$ di quella iniziale.

Le lampade a *filamento di carbone* dette a *consumo ridotto* erano delle ordinarie lampade alimentate a tensione alquanto superiore a quella corrispondente alle cifre precedenti: riuscivano convenienti nei luoghi dove l'energia elettrica era assai costosa, poichè il vantaggio del minor consumo specifico compensava la durata minore. Sono oggi sostituite dalle lampade a *filamento di carbone metallizzato* il cui consumo specifico iniziale varia fra 2,5 e 3 watt per candela di intensità media sferica; la durata media è di circa 500 ore con corrente continua e pare si riduca a circa $\frac{4}{5}$ con corrente alternata.

Nelle lampade a *filamento di tantalio* il consumo specifico iniziale è molto vicino a 2,3 watt per candela media sferica; la durata utile media, vicina alle 800 ore se la lampada è alimentata con corrente continua, si riduce presso a poco alla metà se la lampada è alimentata con corrente alternata, nel qual caso il filamento assume rapidamente una struttura cristallina (21).

Queste lampade a filamento di tantalio tendono oggi ad essere sostituite completamente, come già è avvenuto per la lampada Nernst e per la lampada Hopfelt, dalle lampade dette genericamente *a filamento metallico* (Osram, Osmin, Westinghouse, Wotan, Monowatt, Zeta, Philipps, Tungstram, Just, Tungsteno, etc.). Il modo di preparazione di questi filamenti è generalmente tenuto segreto dai fabbricanti; si sa inoltre poco anche della loro composizione. Pare che si tratti di leghe aventi per base il *tungsteno*: gli altri componenti sarebbero, in proporzioni variabili, *osmio*, *zirconio* ed altri metalli rari. Un fatto constatato, è che il coefficiente di aumento di resistenza dei filamenti con la temperatura, in principio è piuttosto basso e variabile da un tipo di lampada all'altra (oscilla spesso fra 0,002 e 0,003); man mano che la lampada invecchia, il coefficiente cresce e si avvicina per quasi tutte le lampade al valore 0,00415: come se, cioè, si trattasse di leghe di composizione variabile in cui, col tempo, finiscono con lo scomparire tutti i metalli tranne uno, il meno volatile (forse il tungsteno: la sua temperatura di fusione è prossima (22) ai 3000°).

Le difficoltà di fabbricazione più volte accennate fanno sì che le differenze individuali di comportamento fra una lampada e l'altra siano assai notevoli per le ragioni spiegate (§ 11 e 12). Dall'esame dei risultati di un gran numero di misure eseguite in questi ultimi anni da molti sperimentatori ed in particolare dall'Istituto Fisico-tecnico Tedesco, risulta che il consumo specifico iniziale, per lampade adatte a tensioni non superiori ai 130-140 volt e per intensità luminose comprese fra $1/5$ e $1/2$ candela per ogni volt della tensione normale di alimentazione (comprese cioè fra circa 25 e 60 candele, per lampade a 110 volt) oscilla generalmente fra 1,3 ed 1,6 watt per candela media sferica. La durata di queste lampade è assai maggiore che negli altri tipi; per lampade alimentate con *corrente continua* la *durata utile media* risulta compresa (entro i limiti di tensione e di intensità accennati) fra 1200 e 1600 ore: ripetiamo tuttavia che sono assai frequenti lampade presentanti durate assai minori od assai maggiori (§ 11). Alla fine del periodo utile di funzionamento, il consumo specifico varia generalmente fra 1,6 e 1,8 watt per candela.

Quanto alla durata con *corrente alternata*, pare accertato che i diversi tipi di lampade non si comportino allo stesso modo (23). Per la maggior parte delle buone lampade la diminuzione di durata non arriva ad $1/4$; la durata utile *media* potrebbe così valutarsi fra le 1000 e le 1200 ore.

Le durate utili medie sono minori per le lampade di piccola intensità luminosa (relativamente alla tensione), maggiori per lampade di grande intensità; sono poi pressochè indipendenti dalla posizione in cui funziona la lampada.

Quando le ampole di vetro delle lampade sono *smerigliate* la durata utile risulta assai ridotta. La riduzione è enorme, del 50 % circa, per le lampade a filamento di carbone; minore (intorno al 30 %) per le lampade a filamento metallico. Di questo fatto singolare sono state anche date spiegazioni attendibili (24).

I dati precedenti sono stati ricavati, oltrechè dagli articoli già citati, dai rendiconti pubblicati annualmente, sopra i suoi lavori, dall'Istituto Fisico-tecnico Tedesco (25), e da numerosi altri articoli (26) comparsi sopra i periodici tecnici negli ultimi 7 od 8 anni.

13. — *Lampade elettriche ad arco.*

Il consumo specifico di queste lampade è sensibilmente indipendente dalla loro vita, e dipende, oltrechè dalla natura della corrente adoperata, anche dalla qualità dei carboni (*puri* od *impregnati*) e dalla loro posizione. La considerazione della *durata* della lampada, definita nel § 10, va qui sostituita con la considerazione del *consumo dei carboni e della durata dei meccanismi che costituiscono la lampada propriamente detta* (meccanismi di regolazione, resistenze, ecc.). Quest'ultima durata dipende però troppo dalle particolarità costruttive, dalla bontà di esecuzione e dalla qualità dei carboni adoperati (quelli *impregnati* svolgono dei vapori più o meno corrosivi) per essere suscettibile di determinazione sufficientemente approssimata; si può solo dire che una buona lampada ad arco dura certo un tempo lunghissimo, superiore alle 25.000 ore di accensione. Dati precisi in proposito mancano quasi completamente (27); è tuttavia naturale che avranno durate maggiori le lampade la cui costruzione è più semplice. Durata quasi indefinita dovrebbero avere certi tipi recenti di lampade prive di meccanismi di regolazione (Beck, Janecke); la loro introduzione è per altro troppo recente perchè si possa esprimere in proposito un giudizio fondato sull'esperienza.

Del consumo dei carboni diremo a proposito dei vari tipi di lampade; qui ricorderemo che siccome nelle lampade a corrente continua si consuma più presto il carbone positivo, si ricorre quasi sempre a carboni diversamente grossi per i due elettrodi, in modo che i consumi lineari siano poco diversi. Carboni di grossezza differente vengono talvolta adoperati, a scopo diverso, anche nelle lampade a corrente alternata.

Dobbiamo ancora osservare che il consumo specifico di una data lampada, provvista di carboni di diametro determinato, dipende anche dalla tensione che si applica ai suoi estremi, cioè dalla densità di corrente nei carboni e nell'arco. In pratica conviene scegliere una tensione e quindi una densità di corrente per i carboni, alla quale corrisponda, oltrechè un consumo specifico basso, anche un funzionamento regolare e tranquillo ed un consumo di carboni non eccessivamente rapido. La frase «funzionamento regolare» ha qui naturalmente un significato relativo; si ricordi ciò che è stato detto in proposito al § 6. In quanto segue noi supporremo appunto che la tensione applicata alla lampada sia quella praticamente più conveniente, tenuto conto anche del buon funzionamento.

Terremo anche separati i consumi specifici propri delle lampade da quelli accessori dovuti ai meccanismi, alle resistenze, ecc.

A) — *Lampade a corrente continua.*

Se i carboni sono l'uno sul prolungamento dell'altro, supporremo si trovi in alto il carbone positivo che è quello a temperatura maggiore (fra 3600° e 4000° assoluti), ed al quale è dovuta la massima parte della luce, quando i carboni sono puri.

Nelle lampade ad arco libero, con carboni puri (omogenei od a miccia) sovrapposti, in globo di vetro chiaro, la sezione meridiana del solido fotometrico ha l'aspetto medio indicato dalla curva A della fig. 5. Si ha:

$$\frac{J_{max}}{J_s} = 3 \div 3,5$$

$$\frac{J_{em}}{J_s} = 1,7 \div 2.$$

Il consumo specifico medio varia, a seconda dell'intensità luminosa, da 0,9 a 1,1 watt per candela di intensità media sferica

(e quindi fra 0,55 e 0,7 watt per candela media emisferica); inclusi i consumi accessori il consumo specifico può salire ad un mas-

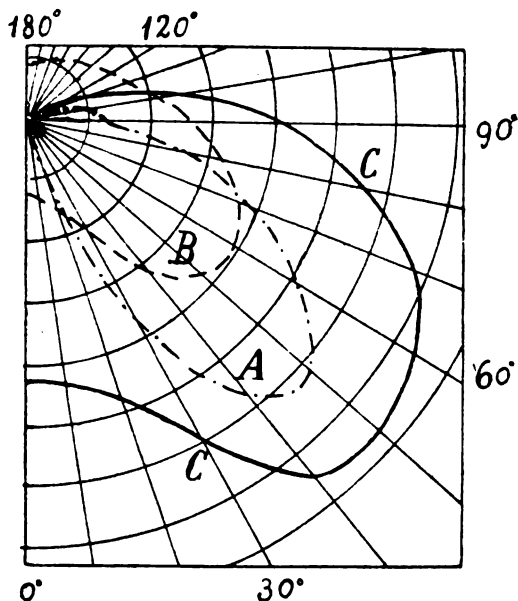


Fig. 5

simo di 1,4 watt per candela media sferica (0,85 watt per candela media emisferica).

Rinchiudendo l'arco entro un globo di vetro opalino per impedirne la vista diretta, il solido fotometrico assume la forma media precisata della curva *B* della fig. 5; si ha:

$$\frac{J_{max}}{J_s} = 1,5 \div 1,8$$

$$\frac{J_{em}}{J_s} = 1,3 \div 1,5$$

I consumi specifici medi risultano superiori a quelli precedentemente dati in causa del maggior assorbimento operato dal globo opalino in confronto con quello trasparente; l'aumento medio di consumo specifico, riferito all'intensità media sferica, può valutarsi nel 10 %.

Il consumo medio di elettrodi, del diametro conveniente, varia per ogni carbone fra cm. 1,2 e cm. 1,6 all'ora, a seconda che sono a *miccia* od *omogenei*. Ne segue che la durata media dei carboni di lunghezza non eccessiva varia fra le 10 e le 18 ore. Per ridurre la mano d'opera occorrente per i frequenti ricambi, si adoperano le *lampade ad arco semichiuso o chiuso* fra carboni puri (omogenei od a miccia); le quali però hanno un consumo specifico superiore alle precedenti, ed hanno la particolarità di richiedere tensioni di funzionamento quasi doppie.

Nelle *lampade ad arco semichiuso* (o *ad aria limitata, lampade economiche*) il solido fotometrico è poco diverso da quello della figura 5, curva *B*, per il quale abbiamo già dato i rapporti fra le varie intensità luminose. Il consumo specifico varia generalmente fra 1,2 e 1,3 watt per candela media sferica (e quindi fra 0,8 e 0,9 watt per candela media emisferica); aumenta del 10 % circa se si sostituisce il globo esterno trasparente con un globo opalino. Il consumo medio di elettrodi per i carboni positivi è poco più della metà di quello precedentemente indicato; ancora minore è quello dei carboni negativi che quindi si fanno più corti.

Nelle *lampade ad arco chiuso* il consumo del carbone positivo può ridursi anche a 3-4 millimetri all'ora; il consumo del carbone negativo è di uno o due decimi di millimetro all'ora: la durata di una coppia di carboni può quindi arrivare ad un centinaio di ore. Il consumo specifico però è assai maggiore che nelle lampade precedenti, anche per il fatto del deposito di polvere di carbone che si va man mano formando sulla parete interna del globo di vetro interno che racchiude l'arco. Esso varia, in media, fra 1,5 e 1,7 watt per candela media sferica (e quindi fra 1 e 1,2 watt per candela media emisferica) quando il globo esterno è trasparente. I consumi accessori possono giungere al massimo, tanto per queste lampade ad arco chiuso che per quelle ad arco semichiuso, a circa 0,5 watt per candela sferica. Le lampade ad arco chiuso sono poco adoperate in Europa anche per alcuni timori, forse non del tutto ingiustificati, sulla possibilità di incidenti durante il loro funzionamento; del resto la luce emessa da queste lampade è assai meno quieta di quella ottenibile con altri tipi.

Per migliorare il rendimento ottico delle lampade ad arco si sono sostituiti i carboni puri con i *carboni impregnati di sali metallici* (quasi sempre dei fluoruri) sia in tutta la massa (*carboni minera-*

lizzati) sia nella sola miccia (carboni a *flamma*). Un tipo intermedio è quello dei carboni *Blondel* (carboni *Alba*, carboni *T. B.*).

Nelle *lampade ad arco a carboni Blondel* (situati l'uno sul prolungamento dell'altro) la sezione meridiana del solido fotometrico (lampada con diffusore in alto) è rappresentata da una curva che ha l'andamento medio della curva *C*, fig. 5. Si ha:

$$\frac{J_{max}}{J_s} = 1,8 \div 2$$

$$\frac{J_{em}}{J_s} = 1,5 \div 1,8.$$

Il consumo specifico varia, a seconda della luce (cioè della qualità dei sali impiegati) e della intensità luminosa della lampada, fra 0,3 e 0,4 watt per candela media sferica (e quindi fra 0,18 e 0,25 watt per candela media emisferica) per lampade entro globo di vetro trasparente; per lampade racchiuse in globi opalini il consumo specifico aumenta del 10 % circa. I consumi accessori possono salire, al massimo, a circa 0,15 watt per candela media sferica. Il consumo dei carboni è di circa 2 cm. all'ora; quindi la durata degli elettrodi può superare le 20 ore.

Nelle *lampade ad arco a carboni convergenti*, il solido fotometrico

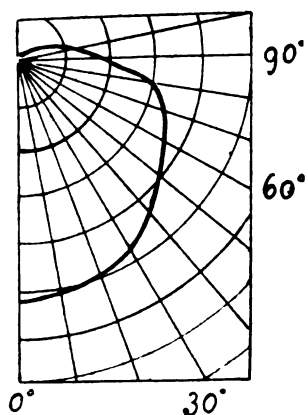


Fig. 6

è molto diverso dai precedenti. Per i tipi usuali, la sua sezione meridiana ha l'aspetto precisato dalle fig. 6 (lampada Beck); sicchè

si ha:

$$\frac{J_{max}}{J_s} = 3,5 \div 4,5$$

$$\frac{J_{em}}{J_s} = 1,6 \div 2.$$

Se i *carboni sono impregnati*, il consumo specifico riferito all'intensità media sferica è presso a poco lo stesso che nel tipo precedente; il consumo relativo all'intensità media emisferica è però minore (fra 0,15 e 0,20 watt per candela) in causa della forma del solido fotometrico; tanto che il consumo complessivo (inclusi i consumi accessori) supera difficilmente i 0,30 od i 0,35 watt per candela media emisferica a seconda che la lampada è provvista di globo di vetro chiaro o di globo opalino. Il consumo di ogni carbone è vicino ai 4 cm. all'ora; sicchè la durata degli elettrodi arriva raramente alle 10 ore.

Se invece i carboni sono *puri*, la lampada ha presso a poco lo stesso consumo specifico delle lampade ordinarie a carboni puri di cui s'è già parlato; però la forma del solido fotometrico è più favorevole per l'illuminazione ad effetto degli ambienti aperti. Il consumo degli elettrodi di circa 4 cm. all'ora. Si noti che il rapido consumo degli elettrodi nelle lampade a carboni convergenti è dovuto al fatto, che per avere un funzionamento soddisfacente occorre che i carboni siano piuttosto sottili.

Di costruzione e funzionamento completamente diverso dalle lampade precedenti sono la *lampada a magnetite*, quella a *vapori di mercurio* (Cooper-Hewitt) e altre lampade tuttora poco usate (lampade *Moore*, a *neon*, etc.).

Nella prima, la luce viene da un arco che scatta fra un catodo di magnetite (consumo medio: inferiore ad 1 mm. all'ora) ed un anodo di rame (consumo minimo); è molto adoperata in America e comincia ora ad introdursi in Europa. Ha il pregio che la mano d'opera per i ricambi di elettrodi è minima; la lampada deve essere però molto ventilata per asportare i fumi che si formano (ossidi metallici) durante il funzionamento. Il consumo specifico pare si aggiri intorno a 0,6 watt per candela media sferica.

Egualemente poco adoperate in Europa sono le lampade a vapori di mercurio (Cooper-Hewitt, Quarz-lampen, lampade Silica-Westinghouse, etc.) caratterizzate dal colore verde-bleu della luce (figura 1, C).

Il solido fotometrico delle recenti lampade *Silica* è rappresentato dalla fig. 7: la curva *A* è la sezione meridiana fatta con un

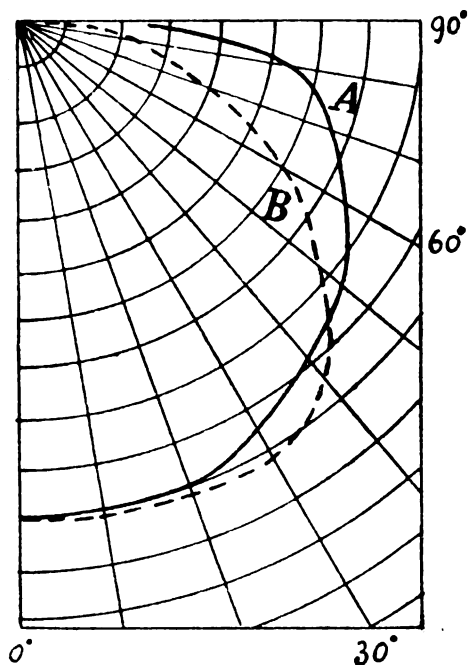


Fig. 7

piano normale all'asse del tubo in cui si forma l'arco, la curva *B* la sezione fatta con un piano passante per l'asse. Si ha, approssimativamente:

$$\frac{J_{max}}{J_s} = 2,7 : 3$$

$$\frac{J_{em}}{J_s} = 2$$

Per quanto non si abbiano dati sufficienti sul comportamento di queste lampade *in condizioni correnti*, pare che l'intensità luminosa subisca una sensibile diminuzione nelle prime decine di ore di accensione; in seguito la diminuzione sarebbe lentissima. Questa proprietà ravvicinerebbe queste lampade a quelle ad incandescenza. La loro durata assoluta media è di circa 1500 ore; ma accade

abbastanza spesso che i tubi si rompano per ragioni difficili a precisare. Il consumo specifico medio pare sia prossimo a 0,5 watt per candela media sferica, inclusi i consumi accessori; cioè a circa 0,3 watt per candela media emisferica. Questioni importanti relative all'impiego di questa lampada, sono quelle dell'influenza sull'occhio delle radiazioni violette ed ultra violette (28), e sull'ottenimento di una luce di colore meno lontano da quello della luce del giorno (29).

B) Lampade a corrente alternata.

In queste lampade la resistenza addizionale può essere *induttiva* o *no*. Nel primo caso il consumo specifico accessorio diminuisce e quindi è minore il consumo specifico totale della lampada; però è più basso il fattore di potenza.

Nelle lampade ad arco *libero*, a carboni puri, sovrapposti, il solido fotometrico (globo *trasparente*, senza riflettore nè diffusore) è rappresentato, nella sua sezione meridiana, dalla fig. 8. Si ha, in media:

$$\frac{J_{max}}{J_s} = 1,5 \div 1,8$$

$$\frac{J_{cm}}{J_s} = \sim 1.$$

Il consumo specifico per archi entro globi trasparenti varia, a seconda della intensità luminosa della lampada, fra 1,5 ed 1,8 watt per candela media sferica (o per candela media emisferica). Con globo opalino e riflettore al disopra dell'arco, il consumo specifico riferito all'intensità media sferica aumenta di un 30 %; ma quello riferito all'intensità media emisferica scende fra 1,1 e 1,4 watt per candela in causa della forma diversa del solido fotometrico che si accosta (nella parte inferiore) a quella individuata dalla curva *B* della fig. 5. I meccanismi regolatori e le resistenze (non induttive), possono accrescere questi consumi di 0,3 watt per candela media sferica (al massimo). Il consumo medio dei carboni varia fra cm. 1,8 e cm. 2 all'ora.

Per diminuire la mano d'opera necessaria ai ricambi dei carboni, si usano in America lampade ad arco chiuso, con carboni puri a miccia il cui consumo è minimo, tanto che occorre ricambiarli solo ogni 60-100 ore. Però il consumo specifico di queste lampade sale, compresi i consumi accessori (resistenze non induttive) ad oltre

3 watt per candela media sferica, cioè a circa 2 watt per candela media emisferica. Sono poco adoperate in Europa.

Assai più diffuse sono le *lampade ad arco libero con carboni impregnati* sia convergenti, sia l'uno sul prolungamento dell'altro.

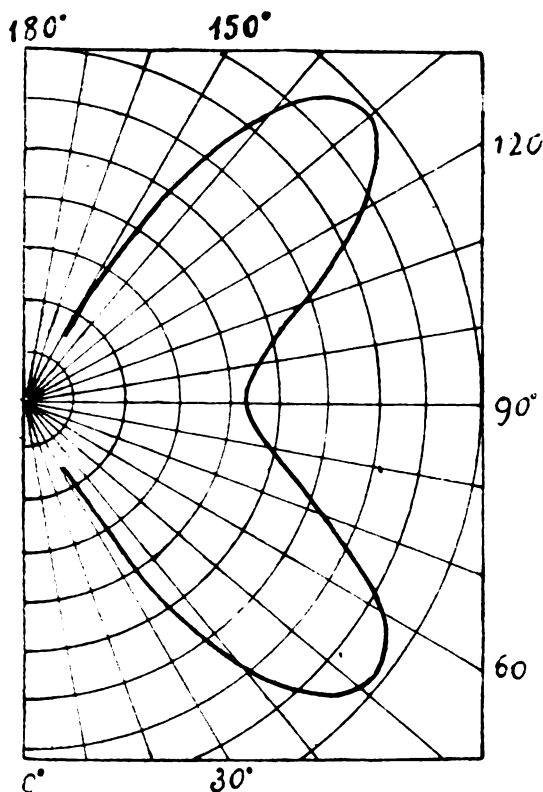


Fig. 8

I solidi fotometrici di questi tipi sono assai simili a quelli delle lampade corrispondenti per corrente continua (fig. 5, curva C, e fig. 6).

Nelle *lampade a carboni sovrapposti* (Blondel, Alba., T. B.) in globo trasparente, con riflettore al disopra dell'arco (tipo analogo a quello corrispondente per corrente continua) il consumo specifico varia, a seconda dell'intensità della lampada, fra 0,35 e 0,5 watt per candela media sferica, (cioè fra 0,20 e 0,35 watt per candela media emisferica). I consumi specifici accessori (le resistenze sono generalmente *non* induttive) possono salire ad un massimo di 0,15 watt per candela media sferica. Il consumo dei carboni è da 1,5 a

2 cm. all'ora; sicchè la durata degli elettrodi può giungere alle 18 ore.

Consumi presso a poco identici hanno le *lampade a carboni impregnati convergenti* che si prestano meglio, in qualche caso, per illuminazioni ad effetto; ma il consumo degli elettrodi (che debbono essere relativamente sottili) è molto maggiore; sicchè occorre effettuare i ricambi ogni 8-12 ore.

È da osservare ancora che i consumi accessori, di cui abbiamo dato fino ad ora i valori massimi nel caso che le resistenze siano *non* induttive, scendono a meno di un terzo del loro valore, (dunque a meno di 0,05 watt per candela media sferica nelle lampade con carboni impregnati), se le resistenze sono induttive. Ma il fattore di potenza relativo all'apparecchio, che era generalmente superiore a 0,9 nel primo caso, scende anch'esso a circa 0,75, od anche meno.

I dati fin qui esposti sono stati desunti dall'esame dei risultati delle ricerche già citate, di quelle compiute all'Istituto Fisico-tecnico Tedesco (25) e di quelle comparse nei periodici tecnici degli ultimi 7 od 8 anni (30).

14. — *Lampade a gas a fiamma luminosa.*

In queste lampade la luce è dovuta all'incandescenza di particelle di carbonio che si trovano in sospensione nella fiamma. Le loro proprietà sono affatto indipendenti dall'*età* della lampada, se si trascura l'influenza sulla luce di circostanze secondarie, quali l'offuscarsi progressivo dei tubi di vetro che circondano e guidano la fiamma (becchi Argand). Queste lampade sono perciò caratterizzate essenzialmente dal loro consumo specifico.

Sul consumo specifico influisce notevolmente la pressione con la quale il gas arriva alla lampada; i risultati migliori si ottengono con pressioni assai basse: da 6 a 10 mm. d'acqua per le fiamme a ventaglio e da 10 a 14 mm. d'acqua per i becchi a due fori (fiamma incrociata, situata in un piano normale alla retta che unisce i fori) e per i becchi Argand. I consumi specifici che daremo, suppongono appunto che la pressione sia quella più conveniente.

Conseguenza della bassa pressione di funzionamento di queste lampade è anche il basso valore della massima intensità luminosa

che può sviluppare ogni fiamma: pochissime decine di candele al massimo.

In buone condizioni il consumo specifico di una *lampada con fiamma a ventaglio* può valutarsi in circa 16 litri di gas del potere

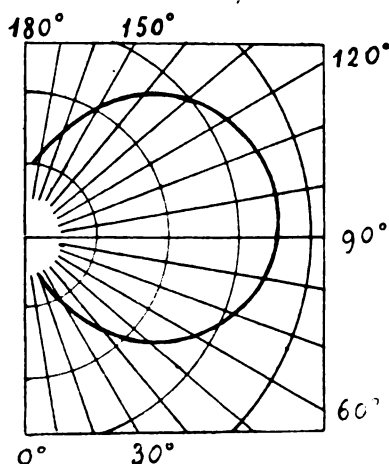


Fig. 9

calorifico inferiore di 5000 calorie (§ 8) per ogni candela di intensità media sferica. Riferito all'intensità luminosa media orizzontale il consumo specifico scende a circa 11 litri per candela.

Risultati analoghi si ottengono con i *becchi a due fori*; sono invece migliori quelli presentati dai *becchi Argand*, nei quali il consumo specifico medio può valutarsi in circa 11 litri di gas da 5000 calorie per candela media sferica, il che corrisponde a un po' meno di 8 litri all'ora per candela media orizzontale.

A riprova della giustezza di queste cifre si noterà che un becco Argand che consumi 150 litri di gas all'ora dovrebbe avere una intensità luminosa media orizzontale di circa 19 candele Hefner, cioè di circa 16 delle antiche *spermaceti-candle* (1 spermaceti-candle = circa 1,22 candele Hefner); e appunto fra 15 e 16 spermaceti-candle è prescritto che debba risultare il potere illuminante del gas di buona qualità (§ 8).

I consumi specifici sopra accennati variano naturalmente se varia il potere calorifico del gas. Dal complesso delle ricerche istituite per precisare il rapporto fra il potere calorifico ed il potere il-

luminante (§ 8) del gas-luce, è risultato (31) che si può ammettere la proporzionalità fra le due grandezze, finchè però il potere calorifico non si allontana troppo (al di fuori dell'intervallo 4000-6000 calorie) dal valore normale di 5000 calorie che abbiamo assunto. Ne segue che, in questi limiti, i consumi specifici relativi ad un gas di potere calorifico inferiore C , saranno quelli accennati moltiplicati per il rapporto.

$$\frac{5000}{C}$$

Questo significa, in sostanza, che ciò che rimane costante è la quantità oraria di calore che devono sviluppare le fiamme in corrispondenza ad ogni candela di intensità luminosa; quantità che si ottiene immediatamente moltiplicando per 5 (potere calorifico di 1 litro di gas) i consumi specifici sopra dati. Si ottiene così che per ogni candela media sferica occorrono dalle 80 (fiamme a ventaglio) alle 55 (becchi Argand) calorie all'ora; cioè rispettivamente, dalle 55 alle 38 calorie all'ora per candela media emisferica.

Moltiplicando invece i consumi specifici in litri per candela-ora per:

$$\frac{5 \text{ cal.} \times 4186 \text{ joule per cal.}}{3600 \text{ sec.}} = 5,82$$

si otterrebbero evidentemente i consumi specifici in watt per candela.

15. — *Lampade a gas ad incandescenza.*

In queste lampade il gas brucia completamente, con fiamma oscura, in un becco Bunsen; la luce è dovuta quasi esclusivamente all'incandescenza di una reticella formata da ossido di torio mescolato con l'1 % circa di ossido di cerio: è da notare però che sul colore e sulla quantità della luce influisce straordinariamente l'esatta dosatura dell'ossido di cerio (§ 11).

In queste lampade occorre considerare il consumo specifico e la durata della reticella; chè la durata della parte residua della lampada è pressochè indefinita: certo non inferiore alle centomila ore di accensione.

Per ciò che riguarda il consumo specifico, del gas non interessa che il potere calorifico inferiore (32); influiscono però assai sensi-

biamente altre circostanze relative alla costruzione ed al funzionamento della lampada ed alla qualità e posizione della reticella. La lampada deve essere tale che il miscuglio fra aria e gas avvenga in proporzioni convenienti e sia sufficientemente intimo; esperienze esaurienti (33) provano che queste condizioni, indispensabili per la combustione completa del gas-luce, sono realizzate meno frequentemente di quanto si possa credere. Risultati migliori danno generalmente quelle lampade nelle quali è possibile regolare l'accesso d'aria in relazione alla pressione del gas; chè altrimenti per ogni lampada il consumo specifico passerà per un minimo in corrispondenza ad un certo valore della pressione del gas, che è variabile con le particolarità costruttive dell'apparecchio. (34).

Le lampade a gas possono essere a fiamma diritta od invertita (rivolta verso il basso). Questi ultimi tipi danno risultati alquanto

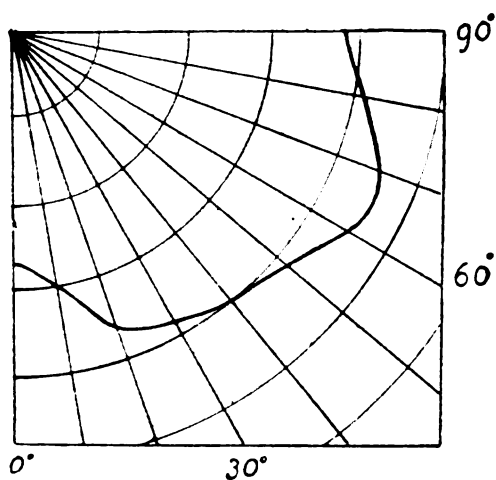


Fig. 10

inferiori (35), per ciò che riguarda il consumo specifico riferito alla intensità media sferica, perchè permettono di utilizzare meno bene il calore svolto nella combustione; ma danno invece risultati notevolmente migliori se il consumo viene riferito all'intensità media emisferica inferiore, in causa della forma più favorevole del solido fotometrico (fig. 10) che assomiglia alquanto a quello delle lampade ad arco a carboni convergenti.

Sulla durata delle reticelle influisce essenzialmente la loro qualità, la pressione naturale di funzionamento della lampada (alcune lampade a gas compresso funzionano, come è noto, a pressioni di circa 1400 mm. d'acqua) e la qualità del gas. I dati attendibili che si hanno in proposito sono assai meno numerosi ed esaurienti di quelli che si hanno per le lampade elettriche; si può dire anzi che per certi tipi recenti di lampade manchino completamente dati sicuri.

Oggetto di accurate e numerose ricerche (36) è stata invece la relazione fra consumo specifico e potere calorifico del gas. Dal loro insieme si può concludere che purchè il gas non abbia un potere calorifico troppo discosto da quello di 5000 calorie assunto come normale (§ 8) (purchè per es. il potere calorifico non esca dai limiti 4000-6000 calorie), il consumo specifico si può ritenere inversamente proporzionale al potere calorifico del gas. Per ottenere dunque i consumi specifici probabili relativi ad un gas del potere calorifico C , basterà moltiplicare le cifre qui date per il rapporto:

$$\frac{5000}{C}.$$

Per ridurre i consumi specifici in *calorie all'ora per candela* basterà moltiplicare per 5 i consumi in litri all'ora per candela (§ 14); moltiplicandoli invece (§ 14) per

$$\frac{5 \times 4186}{3600} = 5,82.$$

si otterranno i consumi specifici in watt per candela.

A) *Lampade a fiamma diritta.*

Il solido fotometrico medio delle *lampade a fiamma diritta di tipo normale* (consumo di gas dai 100 ai 150 litri all'ora), è individuato dalla fig. 9 che ne rappresenta la sezione meridiana. Si ha:

$$\frac{J_o}{J_s} \quad 1,25 : 1,35$$

$$\frac{J_{em}}{J_s} = \sim 0,9.$$

Il consumo specifico iniziale varia generalmente fra 1,6 e 2 litri di gas da 5000 calorie per candela di intensità media sferica, cioè fra 1,3 e 1,6 litri per candela media orizzontale, e fra

1.8 e 2.2 litri per candela media emisferica. La durata utile **media** delle *migliori* reticelle può valutarsi intorno alle 500 ore; la durata assoluta è spesso superiore alle 2000 ore. Bisogna però notare che molti tipi di reticella presentano il fenomeno di una rapida diminuzione di luce nelle prime ore di accensione (spesso la durata utile non supera le 50 ore); in seguito la diminuzione rallenta sempre più, ma il consumo specifico supera i tre litri per candela media sferica, cioè è di oltre 2 litri per candela media orizzontale. Fino ad alcuni anni or sono questo comportamento era quello più comune; ora pare accertato che le reticelle di seta artificiale diano, sia per ciò che concerne la durata utile che la durata assoluta, i risultati assai migliori che abbiamo accennato.

Nelle *lampade a gas a fiamma diritta di grande intensità luminosa* (consumo di gas fino a 400 litri all'ora) il consumo specifico è pressochè eguale a quello che compete alle lampade di tipo normale. Sensibilmente inferiore è, invece, la durata utile media delle reticelle.

Quando però si vogliano ottenere lampade di intensità luminosa ancora più grande, di parecchie centinaia di candele, bisogna ricorrere a pressioni di gas maggiori delle poche diecine di mm. di acqua che occorrono per il buon funzionamento dei tipi sino ad ora accennati. Si sono perciò ideate delle lampade alimentate da *gas compresso*, o da *gas aspirato da aria compressa* (pressioni vicine ai 1400 mm. d'acqua, luce *Millennio*, luce *Pharos*) oppure da *miscugli* di aria e gas *compressi* a pressione variabile fra 90 e 800 mm. d'acqua (luce *Selas*); altre lampade (*Lucas*) vengono invece attaccate direttamente alle ordinarie tubazioni del gas, chè le lampade stesse contengono un dispositivo che aumenta la pressione del gas utilizzando il calore contenuto nei prodotti della combustione (37): e via dicendo.

Malgrado però il numero notevole delle pubblicazioni che si occupano di questi tipi recenti di lampade, i dati veramente attendibili in proposito sono assai pochi. Pare che il consumo specifico nelle migliori lampade oscilli fra 1.2 ed 1.6 litri all'ora di gas da 5000 calorie per candela media sferica. La durata assoluta delle reticelle (che spesso sono doppie) è assai minore che nelle lampade usuali; essa sembra generalmente compresa fra le 60 e le 80 ore di accensione, per quanto si citino casi di durate molto maggiori (38). Nelle lampade Lucas occorre anche considerare la durata della pila termoelettrica che alimenta il gruppo motorino-ventilatore destinato a produrre l'aumento di pressione nel gas; questa durata dipende es-

senzialmente dalla natura dei metalli che la costituiscono; è di parecchie centinaia di ore per le coppie *costantana-bronzo di alluminio*. Si noti ancora che le spese di ricambio delle reticelle e, eventualmente, delle pile termoelettriche, non sono così sentite come potrebbe supporre, date le cifre precedenti, data la grande intensità luminosa delle lampade; per cui il costo dei ricambi, riportato alla candela-ora, è paragonabile a quello che si ha nei tipi normali di lampade a gas ad incandescenza.

B) *Lampade a fiamma invertita.*

Il loro solido fotometrico medio è rappresentato dalla fig. 10. Si ha:

$$\frac{J_{mar}}{J_s} = 1,8 : 2.$$

$$\frac{J_{em}}{J_s} = 1,5 : 1,8.$$

Il consumo specifico iniziale delle lampade che funzionano con gas alle pressioni ordinarie (30 ÷ 40 mm. d'acqua al massimo) è generalmente compreso fra 1,7 e 2,1 litri all'ora di gas, da 5000 calorie, per candela media sferica, e scende quindi fra 1,1 e 1,3 litri per candela se riferito all'intensità media emisferica. Per la durata delle reticelle valgono presso a poco gli stessi dati che valgono per le lampade a fiamma diritta di tipo normale.

Per diminuire ancora il costo della illuminazione a gas si è applicata l'alimentazione *con gas compresso o con gas aspirato da aria compressa, o con miscugli compressi di aria e di gas*, anche alle lampade a fiamma invertita.

Il solido fotometrico rimane presso a poco quello della fig. 10; invece il consumo specifico diminuisce notevolmente.

Per quanto manchino dati assolutamente attendibili ed esaurienti pare che nelle buone lampade a gas compresso ed a fiamma invertita il consumo specifico iniziale sia compreso fra 1,3 ed 1,6 litri all'ora; consumo specifico che scende fra 0,70 e 1 litro di gas per candela-ora se riferito alla intensità media emisferica. Sembra anche che certi tipi recentissimi di lampade abbiano dato talvolta consumi specifici sensibilmente inferiori a 0,70 litri per candela media emisferica.

La durata delle reticelle è presso a poco la stessa che per le lampade dello stesso tipo a fiamma diritta: alcune diecine di ore.

I dati di cui nel presente e precedente paragrafo sono stati tolti, oltrechè dalle pubblicazioni già citate, dai rendiconti delle esperienze dell'Istituto Fisico-tecnico Tedesco (25) e da altri lavori, comparsi negli ultimi 7 od 8 anni nei periodici tecnici (39).

PARTE II^a

OSSERVAZIONI GENERALI.

16. — Volendo precisare in qualche modo il risultato dell'impiego dell'energia elettrica e del gas a scopo di riscaldamento, non è intanto possibile definire, data la grande varietà degli effetti che si tratta di produrre, un qualche cosa di analogo al *consumo specifico* per il caso della illuminazione. Ed anche se ci limitiamo agli usi domestici del riscaldamento (riscaldamento delle abitazioni, cucina, bagni, ecc.), i soli che qui considereremo, non è scevra di difficoltà nemmeno la definizione di un *rendimento* relativo alla utilizzazione del calore prodotto dalla combustione del gas o dalla trasformazione dell'energia elettrica. Noi possiamo difatti chiamare *rendimento* di una certa operazione il *rapporto fra la quantità di calore effettivamente utilizzata per compierla e la quantità totale di calore che contemporaneamente abbiamo dovuto produrre*. Questa definizione riesce comoda ed opportuna in molti casi; ma non in altri in cui è ben difficile precisare che cosa si deve intendere per calore utilizzato; e questo è appunto il caso che più di frequente si presenta nelle applicazioni alla cucina.

Consideriamo ad es. la preparazione del brodo: il procedimento è quello di scaldare gradatamente l'acqua insieme con la carne fino all'ebollizione, e mantenere tutto per un certo tempo a circa 100°, mentre l'ebollizione continua più o meno lentamente. Ora

la quantità di calore effettivamente spesa nel riscaldamento dell'acqua dipende essenzialmente dalla vivacità dell'ebollizione, mentre la riuscita dell'operazione ne dipende assai meno; tanto che prolungando un po' il riscaldamento, si possono ottenere presso a poco gli stessi risultati anche mantenendo l'acqua a temperatura appena inferiore ai 100°, in modo da non farla bollire: economizzando dunque gran parte del calore che corrisponde alla trasformazione di acqua in vapore. Che cosa si dovrà dunque intendere per *quantità di calore impiegata a compiere l'operazione*; forse la *minima* quantità che può occorrere? Ma è noto che, specie per certe operazioni, la riuscita dipende prevalentemente dal *modo* come sono condotte: non si potrà dunque determinare sempre questo modo *solo* in base a considerazioni relative all'economia di calore. Queste considerazioni valgono per la maggior parte delle operazioni di cucina.

Non riuscirà quindi difficile spiegare i risultati poco uniformi che spesso dà l'impiego del gas o dell'energia elettrica per la cucina. Si verifica difatti talvolta, che apparecchi di tipo diverso che però hanno, secondo alcuni sperimentatori, rendimenti (definiti del modo accennato) sensibilmente equivalenti, danno poi risultati assai diversi nella pratica. La ragione sta nel fatto che i rendimenti vengono comunemente determinati in base ad operazioni che potremmo chiamare *schematiche* e che consistono essenzialmente nel riscaldare un determinato peso d'acqua di un certo numero di gradi o nell'evaporare, per ebollizione, un peso dato di acqua: operazioni per le quali la definizione di rendimento non presenta alcuna ambiguità. Ma la cucina non consiste nè nello scaldare dell'acqua, nè nell'evaporarla; è dunque possibilissimo che certe circostanze o certe diversità costruttive, che non avevano influenza sul rendimento delle accennate operazioni schematiche, obblighino invece a condurre diversamente le operazioni vere, ed influiscano quindi notevolmente sulla quantità di calore effettivamente occorrente.

Apparirà ora chiaro quanto sia poco precisa la frase *rendimento di un apparecchio* per cucina od usi affini; e come questo rendimento dipenda ad ogni modo dalla natura dell'operazione che si compie. Così in una viva discussione avvenuta di recente (1909) sui periodici tecnici a proposito del *rendimento medio* degli apparecchi per la cucina a gas, si è sostenuto da taluno che questo rendimento medio è superiore al 50%; da altri che non giunge a 0,25. Ora, in sostanza, possono aver ragione tutti; perchè è in-

dubitato che per certe operazioni il rendimento degli apparecchi a gas è superiore a 0,50, mentre per altre operazioni è indubbiamente inferiore a 0,25: sicchè il valore del rendimento medio dipende dalla *frequenza* con la quale si suppone vengano eseguite nella pratica le prime operazioni piuttosto che le altre.

La conclusione è, che per gli apparecchi da cucina è difficile dare anche l'*ordine di grandezza* del rendimento medio. Sarebbe certo più preciso e significativo il dare la quantità di calore che occorre spendere per il compimento di una determinata operazione: questo significherebbe, in sostanza, il definire tanti *consumi specifici* diversi quanti sono gli effetti da produrre. Ora, tranne qualche caso speciale, i dati di fatto veramente *attendibili* che si hanno fino ad ora in proposito sono assolutamente insufficienti, è bene dichiararlo subito ed esplicitamente, per stabilire dei consumi specifici di qualche valore pratico; sicchè la presente relazione non potrà venire, in proposito, a conclusioni così precise come quelle relative all'illuminazione. Quello che qui interessa veramente, è il confronto fra i risultati dell'impiego del gas e quelli dell'impiego dell'energia elettrica; cioè, in sostanza, il rapporto fra le quantità totali di calore che occorre spendere per compiere una determinata operazione, a seconda che il calore proviene dalla combustione del gas o dalla trasformazione dell'energia elettrica. Mancando i dati attendibili di cui sopra, è naturale che poco si possa dire anche di questo rapporto; daremo fra breve in proposito le notizie che ci sembrano più attendibili.

Dobbiamo ancora fare un'altra osservazione importante, relativa al rendimento degli apparecchi in genere. Le operazioni da compiere per mezzo del calore svolto dalla combustione del gas o dalla trasformazione dell'energia elettrica possono distinguersi in due categorie: quelle nelle quali viene richiesta *principalmente* una certa quantità di *calore* e quelle nelle quali viene *principalmente* richiesto il mantenimento per un certo tempo di una certa *temperatura*. Alla prima categoria appartengono ad esempio le operazioni schematiche di riscaldare dell'acqua o di evaporarne una parte, quindi anche il riscaldamento dell'acqua per i bagni o per operazioni accessorie di cucina, ecc.; alla seconda appartiene invece il riscaldamento delle abitazioni, e la maggior parte delle operazioni di cucina e affini (stireria, ecc.).

Per le prime, la quantità di calore che occorrerà spendere sarà quella effettivamente occorrente all'operazione, più che la non utilizzata; per le seconde invece occorrerà spendere, oltre quella non

utilizzata, la quantità di calore occorrente per mantenere il corpo od i corpi a quella certa temperatura, malgrado la trasmissione di calore con l'ambiente circostante. In questi ultimi casi la diversa natura della fonte di calore potrà consentire che gli apparecchi di riscaldamento assumano delle forme per le quali si possa essere ridotta in qualche modo la trasmissione di calore fra il corpo e l'ambiente; per le quali, cioè, il mantenimento della temperatura richieda una quantità minore di calore: oltre, s'intende, al calore non utilizzato. Da questo punto di vista non può ragionevolmente dubitarsi che la maggior adattabilità dell'energia elettrica, faccia prevedere e spieghi i risultati tecnicamente migliori ch'essa dà: dal punto di vista, s'intende, del calore che occorre spendere per compiere una determinata operazione.

Per ciò che riguarda l'individuazione dell'energia elettrica impiegata e del gas si ricordi quanto è stato esposto nei § 7, 8... Abbiamo solo aggiungere che siccome la quasi totalità degli apparecchi elettrici è del tipo a *resistenza*, così i risultati sono sensibilmente indipendenti dell'essere la corrente continua od alternata: in quest'ultimo caso il fattore di potenza dell'apparecchio è sempre assai alto. Sarà perciò sufficiente in ogni caso il precisare la quantità di energia elettrica impiegata; quantità che conviene esprimere in Kw-ora. Ogni Kw-ora trasformato in calore corrisponde a:

$$\frac{1 \times 1000 \text{ watt} \times 3600 \text{ sec.}}{4186 \text{ cal per cal.}} = \sim 860 \text{ calorie.}$$

Quanto al gas, la sua qualità è sufficientemente individuata, come è evidente, dal suo potere calorifico. Nella maggior parte dei casi interessa il potere calorifico inferiore, appunto come per le applicazioni all'illuminazione; e considereremo come *normale*, come abbiamo fatto fin qui, il gas il cui *potere calorifico inferiore* sia di 5000 calorie per mc. (misurato a 0° ed alla pressione atmosferica normale), ricordando (come abbiamo già avvertito nei § 8, 9...) che, per varie ragioni, il potere calorifico inferiore del *comune* gas-luce è spesso più basso.

Vi sono però alcuni casi nei quali i prodotti della combustione escono dall'apparecchio a temperatura così bassa, che viene utilizzata una parte almeno del calore di condensazione relativo al vapore acqueo formatosi; in questi casi (alcuni tipi di scaldabagni, di ferri da stiro etc.) è piuttosto il *potere calorifico superiore* che interessa.

Tranne questi casi, il calore svolto dalla combustione completa di 1 mc. di gas normale è eguale a quello proveniente dalla trasformazione di

$$\frac{5000}{860} = 5,82 \text{ kw-ora.}$$

È ovvio infine che *il rendimento degli apparecchi* (nel senso precedentemente definito) *è indipendente dal potere calorifico del gas*, almeno finchè rimane poco diverso da quello spettante al gas normale (per il quale sono generalmente fatti gli apparecchi); invece *il consumo assoluto di gas* che corrisponde ad una determinata operazione è (con grande approssimazione) *inversamente proporzionale al potere calorifico stesso*.

A) RISCALDAMENTO DEI LOCALI ABITATI

17. — Risultati dell'impiego dell'energia elettrica.

Malgrado la loro grande varietà di forme, pressochè tutti gli apparecchi ideati per il riscaldamento dei locali abitati consistono in *resistenze* di materiale, dimensioni e forma opportuna nelle quali l'energia elettrica si trasforma in calore per il fenomeno Joule.

La trasformazione si può riguardare come assolutamente completa; e poichè non v'è nè da asportare prodotti nocivi, nè da impiegare parte del calore svolto per altri scopi accessori, il rendimento può considerarsi nettamente eguale all'unità anche in pratica, qualunque sia il tipo dell'apparecchio, purchè situato *dentro* l'ambiente che si deve riscaldare.

Il riscaldamento degli ambienti abitati rientra veramente nella categoria delle operazioni le quali richiedono principalmente il mantenimento di una certa temperatura (§ 16), e non una certa quantità di calore; ma qui l'adattabilità estrema dell'energia elettrica non può diminuire sensibilmente, in generale, l'entità della quantità di calore che occorre fornire all'ambiente in ogni unità di tempo. Tuttavia l'esperienza dimostra, che mentre si sta ad es. benissimo in un locale in cui la temperatura naturale sia di 16°, si ha l'impressione di star meno bene in un locale riscaldato artificial-

mente in cui la temperatura *media* sia la stessa; e la ragione è evidentemente da ricercare nel fatto che se la temperatura media è la stessa, la temperatura della parte inferiore della stanza, che è quella nella quale si sta, è alquanto minore della media. Ma quando il riscaldamento del locale fosse ottenuto ad es. con *apparecchi a forma di tappeto*, sparirebbe l'accennata differenza, perchè la parte inferiore della stanza sarebbe certo non meno riscaldata del resto; sicchè volendo paragonare il riscaldamento elettrico ottenuto in questo modo con quello ottenuto con altri mezzi (il gas, ad es.), si dovrebbe quasi attribuirgli un rendimento superiore all'unità: nel senso, che per stare egualmente bene, occorrerebbe che nelle stanze scaldate elettricamente la temperatura media fosse lievemente minore di quella media delle stanze scaldate in modo diverso.

Sulla durata media degli apparecchi, non si hanno ancora dati; essa è però certo notevole, tranne, forse, per i tipi a tappeto od a pedana.

18. — *Risultati dell'impiego del gas*

Il gas si può impiegare nel riscaldamento degli ambienti sia per l'alimentazione di stufe locali, sia (come comincia a farsi ora) come combustibile nelle caldaie di piccoli impianti centrali, generalmente a termosifone.

Nel primo caso, dovendosi evitare con cura che i prodotti della combustione rimangano nell'ambiente o vi ritornino facilmente, occorre che essi escano dalla stanza a temperatura non troppo bassa. Tuttavia il rendimento delle stufe locali a gas è relativamente elevato; in buone condizioni può variare, a seconda del tipo di stufa e del regime di funzionamento, fra 0,5 e 0,8.

Quanto all'altro caso, le applicazioni sono tuttora troppo recenti perchè si possa dedurne conclusioni sicure. Pare tuttavia che non sia difficile realizzare correntemente dei rendimenti medi come 0,80; e la cosa è credibile, se si riflette che per ottenere un tiraggio sufficiente, occorre, a parità di camino, una differenza di temperatura (fra aria esterna e fumo) assai minore di quella occorrente per le caldaie a carbone: nel qual caso la resistenza principale che incontra il fumo è quella presentata dallo strato di carbone che si trova sulla grata.

Non si dimentichi poi che nelle caldaie a gas riesce assai facile, contrariamente a quello che succede nelle altre, la realizzazione di buoni regolatori automatici della combustione (i quali agiscono di-

rettamente sulla quantità di gas che brucia); questo assicura, fra altro, che il rendimento della caldaia è sensibilmente indipendente dalla sorveglianza, la quale talvolta è deficiente, specie nei piccoli impianti.

La durata media delle stufe a gas è lunghissima, di parecchi anni certamente.

B) USO DELL'ENERGIA ELETTRICA E DEL GAS PER CUCINA ED USI AFFINI.

19. — La quantità di calore occorrente per compiere con *un dato apparecchio* una determinata operazione dipende anche, più o meno, dal tempo che si vuole impiegare; esiste generalmente un certo tempo al quale corrisponde il minimo dispendio di calore. Di questo bisogna naturalmente tener conto specie nel paragonare i risultati dell'impiego del gas a quelli dell'impiego dell'energia elettrica in relazione alla potenzialità degli apparecchi.

In molte operazioni di cucina si tratta essenzialmente di comunicare del calore a dei liquidi contenuti entro recipienti (che conviene siano metallici); in altre invece, trattandosi di mettere dei corpi solidi a contatto con aria a temperatura sufficientemente alta, occorrerà comunicare del calore dell'aria, affinché questa lo ceda ai corpi che si debbono riscaldare.

Per ciò che riguarda le prime, pur essendo scarsi i dati attendibili in proposito, pare che la quantità di calore che occorre spendere per compiere una determinata operazione per mezzo di apparecchi elettrici sia circa la *metà* di quello che occorrerebbe con la cucina a gas. L'ordine di grandezza dei due rendimenti (si ricordi quello che si è detto in proposito nel § 16) è rispettivamente 0,8 e 0,4.

Per ciò che riguarda le altre operazioni, i due rendimenti sono poco inferiori o molto inferiori alle cifre accennate a seconda che si fa uso di apparecchi del tipo *chiuso* (specie di forni, termicamente isolati, nei quali vengono introdotti i corpi da scaldare e nei quali l'aria si rinnova molto lentamente) o *aperto* (nei quali cioè l'aria calda si disperde dopo esser venuta una volta a contatto con i corpi); in questo secondo caso i due rendimenti possono anche scendere al di sotto di un terzo del valore precedente. Quanto al rapporto dei due rendimenti, che coincide col rapporto fra le

quantità di calore spese, esso rimane presso a poco quello già accennato, almeno per buoni apparecchi; non può tacersi tuttavia che in realtà, il rapporto tende a diminuire ulteriormente (cioè la quantità di calore che occorre spendere negli apparecchi elettrici tende ad essere *meno* della metà di quello che occorre sviluppare negli apparecchi a gas) per varie circostanze: una di queste è l'adattabilità maggiore dell'energia elettrica, per cui gli apparecchi possono più facilmente costruirsi (§ 16) in modo da diminuire la quantità di calore che non occorre direttamente per l'operazione.

In particolare in questi ultimi tempi sono stati studiati e messi in commercio numerosi tipi di apparecchi elettrici da cucina detti, impropriamente, ad *accumulazione di calore*: si tratta semplicemente di apparecchi nei quali il recipiente od il corpo che deve ricevere calore è isolato termicamente in modo assai accurato. Il calore non utilizzato è così ridotto ad un minimo; e non sarà facile realizzare qualche cosa di veramente equivalente con apparecchi a gas, in causa della loro minore adattabilità. Tuttavia l'introduzione degli apparecchi ad *accumulazione* è troppo recente perchè si possa giudicare del valore pratico dei risultati, certo promettenti, ch'essi danno; e, soprattutto, giudicare della loro durata utile, cioè della durata dell'efficacia dell'isolamento termico.

Inoltre abbiamo detto (§ 8) della frequenza con la quale il potere calorifico del gas-luce è inferiore alle 5000 calorie che abbiamo assunto come normali: questo significa evidentemente che dal punto di vista dello sviluppo di calore, ad ogni Kw-ora corrisponde una quantità maggiore di gas; ed agli effetti economici questo equivale ad una ulteriore diminuzione dell'accennato rapporto.

L'introduzione degli apparecchi per cucina in genere, nella pratica, è troppo recente perchè sia possibile decidere intorno alla loro *durata*; pare però che per la maggior parte degli apparecchi elettrici così come sono costruiti attualmente, essa non superi i 4 o 5 anni; sia, cioè, notevolmente inferiore a quella degli apparecchi a gas.

Non crediamo, infine, che per la maggior parte delle altre applicazioni minori del riscaldamento elettrico od a gas, sia il caso di fare l'enumerazione dei pochi dati di fatto, per la maggior parte contraddittori, che si conoscono; ci limiteremo quindi ad accennare a due casi. Il primo è quello degli apparecchi da stiro: a parità di dimensioni e di potenza pare che in quelli elettrici occorra sviluppare una quantità di calore poco inferiore (di $1/4$ circa) a quella occorrente negli apparecchi a gas.

Il secondo caso è quello della preparazione di acqua calda per i bagni, la cucina etc. Il rendimento degli apparecchi elettrici può assumersi fra 0,9 ed 1; quello degli apparecchi a gas è pure elevatissimo: potremo anzi assumere le stesse cifre, che per gli apparecchi elettrici se ci riferiamo al potere calorifico inferiore, perchè in realtà in questi apparecchi viene utilizzata anche una parte del calore di condensazione del vapore acqueo che s'è formato durante la combustione.

Alla fine della presente relazione (40) sono indicati alcuni fra i principali lavori, pubblicati in questi ultimi anni sulle complesse questioni di cui nei §§ 16, 17, 18 e 19 e dei quali ci siamo qui valse.

Roma, 25 marzo 1912.

U. BORDONI.

PROSPETTO RIASSUNTIVO

(I dati contenuti nel presente prospetto non valgono che nei limiti e con le avvertenze precisate, caso per caso, nella relazione, nei §§ citati).

Le intensità luminose si intendono espresse in Candele Hefner (§ 3).

PARTE I. — ILLUMINAZIONE.

Lampade elettriche ad incandescenza (§ 12).

LAMPAD E	Consumo specifico iniziale		Durata utile media	
	Watt/ J_s	Watt/ J_o	corrente continua	corrente alternata
1) a filamento di carbone	~ 4	~ 3,2	~ 400 ore	~ 320 ore
2) » » » » metallizzato	2,5 : 3	2 : 2,5	~ 500 »	~ 400 »
3) » » a tantalio	2,3	1,8	~ 800 »	~ 400 »
4) » » così detto metallico	1,3 : 1,6	1 : 1,3	1200 : 1600 »	1000 : 1200 »

Lampade elettriche ad arco a corrente continua (§ 13).

LAMPAD E	Consumo specifico (esclusi i consumi accessori)		Entità massima dei consumi accessori, in Watt per candela media sferica	Consumo medio di ogni elettrodo
	Watt/ J_s	Watt/ J_{em}		
1) Arco libero fra carboni puri sovrapposti, in globo chiaro	0,9 : 1,1	0,55 : 0,7	0,4	1,2 : 1,6 cm. all'ora (elett. di diametro diverso)
2) Arcosemichiuso, globo esterno chiaro .	1,2 : 1,3	0,8 : 0,9	0,5	elett. positivo : 0,6 : 0,8 cm. all'ora — elett. negat. : < 0,5
3) Arco chiuso, globo esterno chiaro . .	1,5 : 1,7	1 : 1,2	0,5	elett. positivo : ~ 0,3 cm. all'ora — negat. : consumo minimo
4) Arco libero, carboni Blonde! (Alba, T.B.), sovrapposti, globo chiaro, riflettore . .	0,3 : 0,4	0,18 : 0,25	0,15	~ 2 cm. all'ora
5) Arco libero, carboni a fiamma convergenti, globo chiaro . .	0,3 : 0,4	0,15 : 0,20	0,15	~ 4 cm. all'ora
6) A magnetite . . .	~ 0,6	—	—	(minimo)
7) A vapori di mercurio	—	0,2	0,1	(Durata della lampada: circa 1500 ore).

Durata delle lampade ad arco propriamente dette (meccanismi, ecc.): sopra le 25000 ore di accensione.

Lampade elettriche ad arco a corrente alternata (§ 13).

LAMPAD	Consumo specifico (esclusi i consumi accessori)		Entità massima dei consumi accessori (resistenze non induttive) in Watt per candela media sferica	Consumo medio di ogni elettrodo
	Watt/ J_s	Watt/ J_{em}		
1) Arco libero fra carboni puri sovrapposti, in globo chiaro senza riflettore . .	1,5 : 1,8	1,5 : 1,8	0,4	1,8 ÷ 2 cm. all'ora
2) Id. id., con riflettore e globo opalino . .	1,8 : 2	1,1 : 1,4	0,4	1,8 : 2 » »
3) Arco chiuso fra carboni puri, globo esterno chiaro . .	~ 2,5	~ 2	0,5	0,2 — 0,4 » »
4) Arco libero fra carboni Blondel (Alba, T. B.) sovrapposti, globo chiaro con riflettore	0,35 ÷ 0,5	0,2 : 0,35	0,15	1,5 ÷ 2 » »
5) Arco libero fra carboni a fiamma convergenti, con riflettore, globo chiaro .	0,35 : 0,5	0,18 : 0,30	0,15	3,5 : 4 » »

NB. — Quando le resistenze sono non induttive, il fattore di potenza relativo alla lampada è di circa 0,9. Con resistenze induttive i consumi accessori diventano circa $\frac{1}{3}$ di quelli qui riportati: il fattore di potenza scende però a circa 0,75.

Durata delle lampade propriamente dette: come per quelle a corrente continua.

Lampade a gas a fiamma luminosa (§ 14).

LAMPADE	Consumo specifico, in litri, di gas (potere calorifico 5000 cal. a m. ³) all'ora per candela	
	media sferica	media orizzontale
Con fiamma a ventaglio	~ 16	~ 11
Argand	~ 11	~ 8

Lampade a gas ad incandescenza (§ 15).

LAMPADE	Consumo specifico, in litri, di gas (potere calorifico 5000 cal. a m. ³) all'ora per candela			Durata utile delle reticelle
	media sferica	media emisferica	media orizzontale	
A) A fiamma diritta				
1) Tipo normale (con- sumo di gas fra 100 e 150 litri all'ora) .	1,6 : 2	1,8 ÷ 2,2	1,3 : 1,6	Non superiore general- mente alle 500 ore
2) A gas compresso; a gas aspirato da aria compressa; Selas; Lucas, ecc.	1,2 : 1,6	—	—	Fra 40 ed 80 ore
B) A fiamma invertita				
3) Tipo normale . . .	1,7 : 2,1	1,1 : 1,3	—	Non superiore general- mente alle 500 ore
4) A gas compresso; a gas aspirato da aria compressa; Selas; Lucas, ecc.	1,3 ÷ 1,6	0,7 : 1	—	Fra 40 ed 80 ore

PARTE II. — RISCALDAMENTO.

*(Per la definizione di rendimento, si veggia il § 16)***A) Riscaldamento dei locali abitati** (§ 17 e 18).*Apparecchi elettrici.* — Rendimento medio eguale ad 1.

» *a gas* — Caloriferi locali (stufe): rendimento fra
0,5 e 0,8.

Caldaie da termosifone: rendimento prossimo a 0,8.

B) Cucina ed usi affini (§ 19).

Riscaldamento di corpi, in parte liquidi, contenuti entro recipienti metallici. — Rendimento degli apparecchi elettrici: prossimo a 0,8; idem. apparecchi a gas: prossimo a 0,4.

Riscaldamento indiretto di corpi solidi per mezzo dell'aria. — Rendimenti poco inferiori ai precedenti per apparecchi del tipo *chiuso*; molto inferiori per apparecchi del tipo *aperto*.

Per compiere una determinata operazione con apparecchi elettrici, occorre spendere in media circa la metà del calore che si dovrebbe spendere con apparecchi a gas. La differenza tende ancora a crescere, sia per l'uso dei così detti apparecchi elettrici ad accumulazione di calore (§ 19), sia per essere spesso inferiore alle 5000 calorie (§ 8) il potere calorifico inferiore del gas.

Preparazione dell'acqua calda in notevoli quantità per bagni, usi accessori di cucina, ecc. Rendimento compreso fra 0,9 ed 1 tanto per apparecchi elettrici che per apparecchi a gas.

LAVORI CITATI NELLA RELAZIONE

- (1) VOEGE. — *Journal für Gasbeleuchtung* — 1905, pag. 512.
- (2) COBLENTZ. — *The Illuminating Engineer* — London, 1910, p. 83 e segg.
- (3) BORDONI. — *Atti A. E. I.* — 1909, fasc. III.
- (4) E. BRODHUN. — *J. für Gasbeleuchtung* — 1909, p. 579.
LIEBENTHAL. — *Praktische Photometrie* — p. 122 e segg.
- (5) NUTTING. — *The Electrician* — 1912 — 8 marzo.
- (6) LIEBENTHAL. — *Praktische Photometrie*.
BLOCH. — *Technique de l'éclairage*.
HERZOG, FELDMANN. — *Verteilung des Lichtes und der Lampen*: ecc. ecc.
- (7) J. S. DOW - V. H. MACKINNEY. — *The Electrician* — 1910, 66, p. 86.
IVES - LUCKIESH. — *The Electrician* — 1911, 67, pag. 53.
- (8) W. VOEGE. — *E. T. Z.* — 1908, p. 51.
- (9) E. PRESSER. — *E. T. Z.* — 1910, p. 187.
- (10) Fra le più recenti vi sono:
Journ. für Gasbeleuchtung. — 1906, p. 579 (Bericht der Lichtmesskommission).
 » *of Gaslighting*. — 1906, p. 316 (Herring).
 » *für Gasbeleuchtung*. — 1907, p. 865 (Bunte).
- (11) W. A. BONE. — *Journ. für Gasbeleuchtung* — 1908, p. 803.
F. HABER. — » » » » — 1909, » 146.
- (12) *Journ. für Gasbeleuchtung*. — 1911, p. 1001.
- (13) BÖHM. — *The Electrician* — 1910 v. 64, p. 158.
ASHE. — *Electrical World* — 1911, v. 57, p. 1568.
- (14) WHITAKER. — *The Illuminating Engineer* — London, 1910, p. 736.
- (15) *Journal für Gasbeleuchtung* — 1911, p. 434.
 » » » » — 1911, » 938.
- (16) SATORI. — *Elektrotechnik und Maschinenbau* — 1909, 7 marzo.
- (17) WHITAKER. — *The Illuminating Engineer* — Londra, 1910, p. 736.
- (18) G. GRASSI. — *Corso di Elettrotecnica* — 2a ediz., vol. II, p. 465.
- (19) REMANE. — *E. T. Z.* — 1908, p. 853.
- (20) LIBESNY. — *E. T. Z.* — 1909, p. 774 e segg.
- (21) O. SCARPA. — *Atti A. E. I.* — 1908-1909.
CLAYTON - SHARP. — *Am. Inst. Electrical Eng.* — 1907.
- (22) FORSYTHE. — *Astrophysical Journal* — 1911, dicembre.
- (23) BRANDT. — *E. T. Z.* — 1908, p. 570.
- (24) CRAVATH - LANSINGH. — *El. World* — 1906, p. 567.
HYDE. — *The Electrician* — v. 59, P. 233, 1907.
E. KENNELLY. — *El World* — 1907, p. 987.
- (25) *Zeitschrift für Instrumentenkunde*. — 1905-1906-.....-1911.
- (26) WEDDING. — *J. für Gasbeleuchtung* — 1905, p. 87.
 — *E. T. Z.* — 1908, p. 729.
HIRSCHAUER. — *E. T. Z.* — 1908, p. 87.
EINBERGER. — *Z. Verein D. Ingenieure* — 1909, p. 1587.
BORDONI. — *Atti A. E. I.* — 1909.

- L. GASTER. — *The Electrician* — v. 64, p. 20.
 LEIMBACH. — *E. T. Z.* — 1911, p. 263.
 AMRINE. — *The Electrician* — 1908, p. 159.
 MÜLLER. — *E. T. Z.* — 1910, p. 212.
 RUSSNER. — *E. T. Z.* — 1911, p. 1026.
 F. W. WILLCOX. — 1908, v. 52, p. 502.
 — *El. World.* — 1910, p. 1214.
 GRASSI. — *Prove su lampade Z* — 1909.
 HARRISON. — *The Electrician* — v. 56, p. 247.
 MONASCH. — *The Electrician* — v. 57, p. 770.
 HOUSTON. — *The Electrician* — v. 57, p. 93.
 VINCENT. — *The Electrician* — v. 57, p. 941.
 (27) WISSMANN. — *Zentralblatt für Bauverwaltung* — 1910, p. 126.
 (28) VOEGE. — *E. T. Z.* — 1908, p. 512.
 STOCKHAUSEN. — *E. T. Z.* — 1908, p. 777.
 — *E. T. Z.* — 1910, p. 349.
 (29) GEHRCKE - BAEYER. — *E. T. Z.* — 1906, p. 383.
 DARMOIS - LEBLANC. — *Lumière Electrique* — 1911, 23 settembre.
 (30) ZORAWSKI. — *E. T. Z.* — 1906, p. 607.
 GEHRCKE - BAEYER. — *E. T. Z.* — 1906, p. 383.
 — *E. T. Z.* — p. 19.
 ARENDT. — *E. T. Z.* — 1907, p. 992.
 EMINGER. — *E. T. Z.* — 1907, p. 277.
 BUSSMANN. — *E. T. Z.* — 1907, p. 932.
 — *E. T. Z.* — 1908, p. 344.
 BLONDEL. — *Genie Civil* — 1907, p. 96.
 HOGNER. — *E. T. Z.* — 1908, p. 1168.
 BLOCH. — *E. T. Z.* — 1909, p. 749.
 MONASCH. — *E. T. Z.* — 1909, p. 341.
 HEYCK. — *E. T. Z.* — 1909, p. 1056.
 BUSSMANN. — *E. T. Z.* — 1909, p. 395.
 IVES. — *El. World* — v. 54, p. 714.
 GÖRGES. — *E. T. Z.* — 1909, p. 595.
 L. GASTER. — *The Electrician* — v. 64, p. 20.
 WISSMANN. — *Zentralblatt für Bauverwaltung* — 1910, p. 126.
 WEDDING. — *E. T. Z.* — 1910, p. 34.
 HECHLER. — *E. T. Z.* — 1910, p. 963.
 ARENDT. — *E. T. Z.* — 1910, p. 897.
 POLE. — *E. T. Z.* — 1910, p. 929.
 — *E. T. Z.* — 1910, p. 1227.
 KNIPP. — *The Electrician* — v. 66, p. 454.
 HARRISON. — *The Electrician* — v. 66, p. 247.
 — *The Electrician* — v. 66, p. 408.
 — *The Electrician* — v. 66, p. 367.
 — *The Electrician* — v. 66, p. 512.
 ASHE. — *El. World* — v. 57, p. 1567.
 — *El. World.* — v. 57, p. 1107.
 HEYCK. — *Z. Verein D. Ingenieure* — v. 53, II, p. 1261.
 (31) LEYBOLD. — *J. für Gasbeleuchtung* — 1906, p. 579.
 HERRING. — " " " — 1906, p. 1082.
 S. CLAIRE DEVILLE. — *J. für Gasbeleuchtung* — 1908, p. 1097.
 BUNTE. — " " " — 1909, p. 818.
 MAYER. — " " " — 1910, p. 933.
 (32) *Journ. für Gasbeleuchtung*, 1911, p. 1001.

- (33) BUNTE - *Journ. für Gasbeleuchtung* — 1907, p. 866.
MAYER - SCHMIEDT. — *Journ. für Gasbeleuchtung* — 1908, p. 1137.
- (34) WILD — *J. of Gaslight* — 1907, N. 2290.
- (35) KRÜSS. — *Journ. für Gasbeleuchtung* 1907, p. 846.
- (36) HERRING. — » » » 1906, » 1082.
S. CLAIRE DEVILLE. — *Journ. für Gasbeleuchtung* — 1908, p. 1097.
MAYER - SCHMIEDT. — » » » — 1908, » 1137.
FORSHAW. — » » » — 1909, » 940.
MAYER. — » » » — 1910, » 933.
— » » » — 1911, » 1001.
- (37) WEDDING. — » » » — 1906, » 682.
- (38) — — » » » — 1911, » 17.
- (39) WEDDING. — » » » — 1905, » 46.
DREHSCHMIDT. — » » » — 1905, » 813.
BALLNER. — » » » — 1906, » 277.
WEDDING. — » » » — 1906, » 682.
ELLIOTT. — » » » — 1906, » 768.
SÜSSMANN. — » » » — 1906, » 826.
BÖHM. — » » » — 1906, » 983.
KLATTE. — » » » — 1906, » 1032.
- SWIMBURNE. — *J. of Gaslight* — 1906, p. 523.
- KRÜSS. — *Journ. für Gasbeleuchtung* — 1907, p. 846.
DREHSCHMIDT. — » » » — 1908, » 761.
BLOCH. — » » » — 1908, » 1045.
KLATTE. — » » » — 1908, » 1199.
DREHSCHMIDT. — » » » — 1909, » 49.
LIEBEIS. — » » » — 1909, » 120.
» — » » » — 1909, » 712.
BÖHM. — » » » — 1909, » 855.
OECHELHAUSER. — » » » — 1909, » 981.
— — » » » — 1909, » 985.
WITT. — » » » — 1910, » 115.
LÜCKERATH. — » » » — 1910, » 488.
— — » » » — 1910, » 986.
LIEBEIS. — » » » — 1910, » 1040.
HIMMEL. — » » » — 1910, » 1117.
— » » » — 1911, » 17.
GOODENOUGH. — » » » — 1911, » 161.
MÜLLER. — » » » — 1911, » 434.
— — » » » — 1911, » 474.
SCHOLZ. — » » » — 1911, » 770.
NASS. — » » » — 1911, » 938.
- (40) RITTER. — *E. T. Z.* — 1909, p. 788.
» — » » » — 1910, » 318.
WILKENS. — » » » — 1910, » 669.
— — » » » — 1910, » 770.
— — » » » — 1910, » 850.
— — » » » — 1910, » 924.
DETTMAR — » » » — 1911, » 691.
STEINHARDT. — » » » — 1911, » 919.
WIKANDER. — » » » — 1912, » 11.
GRAY. — *Inst. El. Engineers* — Londra, v. 47, p. 249.
» — *The Electrician* — v. 66, p. 654.
» — » — v. 66, » 289.

GRAY.	—	<i>The Electrician</i>	—	v. 66,	p. 297.
»	—	»	»	— v. 66,	» 982.
WALTER.	—	<i>Journ für Gasbeleuchtung</i>	—	1905,	p. 1115.
—	—	»	»	— 1905,	» 117.
CONSTAM.	—	»	»	— 1906,	» 449.
—	—	»	»	— 1907,	» 341.
SCHILLING.	—	»	»	— 1909,	» 534.
SCHÄFER.	—	»	»	— 1910,	» 149
»	—	»	»	— 1910,	» 309
MEURER.	—	»	»	— 1910,	» 946.
SCHILLING.	—	»	»	— 1911,	» 204.
—	—	»	»	— 1911,	» 221.
WOBBE.	—	»	»	— 1911,	» 256.
—	—	»	»	— 1911,	» 259.
BUNTE.	—	»	»	— 1911,	» 714.
ALBRECHT.	—	»	»	— 1911,	» 1178
—	—	»	»	— 1912,	» 97.

COMMENTO AI N.ⁱ 3.^o 4.^o 5.^o
 DELL'ORDINE DEL GIORNO 18 GENNAIO 1912
 DELL'A. E. I.

*Relazione della Commissione speciale composta dai soci Ingegneri U. DEL BRUNO,
 A. PANZARASA, G. SEMENZA*

Al N. 3.^o

La trattazione può dividersi in due parti:

a) « *Il riscaldamento elettrico può svilupparsi solo alla condizione che l'energia elettrica importi milissima spesa* ».

Si premette che il rendimento degli apparecchi a gas per cucina e riscaldamento di ambienti varia dal 30-40 %, e che quello degli apparecchi elettrici, destinati allo stesso scopo, varia dal 90 al 60 %, a seconda del modo in cui è disposto l'elemento elettrico riscaldante.

Si può dire che in cifra tonda il rendimento degli apparecchi elettrici di riscaldamento è dell'ordine del doppio di quello degli apparecchi a gas.

Trascurando l'influenza del costo relativo degli apparecchi, della loro comodità e sicurezza, il prezzo del kilowattora elettrico per cucina e per riscaldamento di ambienti può così venire determinato.

Rammentando che un mc. di gas ha 4700 calorie e che un Kwh. ne ha 864 e chiamando con C_e C_g i costi di un mc. di gas e di un kwh. in centesimi, si avrà:

$$C_e = C_g \frac{864}{4700} \times \frac{1}{2} = 0,367 C_g$$

Così se il gas costa 15 cs. (escluse le tasse) il prezzo per l'energia elettrica risulterà:

$$C_e = 15 \cdot 0,367 = 5,5 \text{ cs. per kwh.}$$

Si può quindi affermare che il prezzo di 1 Kwh. per riscaldamento elettrico, a parità di condizioni con quello del gas, non dovrebbe superare i 6 cs.

Tenendo conto però dei vantaggi del riscaldamento elettrico (comodità, pulizia, nessun pericolo di esplosione o di avvelenamento, nessuna fuga, nessun odore) non è escluso che in taluni casi si possa vendere il Kwh. a 8 cs. e forse anche a 10 cs. Quest'ultimo valore rappresenta però il massimo limite del prezzo. (Ad es. in Inghilterra si ritiene che tale prezzo debba essere contenuto tra i 5 ed i 7,5 cs. per Kwh.).

Da queste cifre emerge chiaramente come la tassa attuale di 6 cs. Kwh. sia assurda, poichè uguaglia il valore della merce, mentre una tassa non dovrebbe superare mai il 10 % di tale valore.

Perciò l'energia elettrica per riscaldamento dovrebbe essere esente da tassa, come lo è la forza motrice, tanto più che coll'aiutare il riscaldamento elettrico, in ultima analisi si aiuta lo sfruttamento delle energie idrauliche, ricchezza interna nostra, che si deve gradualmente utilizzare, riducendo l'importazione di carbone dall'estero.

b) *« Il riscaldamento elettrico può svilupparsi solo alla condizione che gli utenti possano gradatamente e direttamente inserire gli apparecchi di riscaldamento sul circuito che già possiedono ».*

Data la poca conoscenza da parte del pubblico dei sistemi di riscaldamento, e la loro limitata diffusione dovute alla tassa attuale, è necessario, quando se ne desideri lo sviluppo, renderne facile l'adozione.

Per ciò è opportuno che gli utenti possano inserire apparecchi in prova sui circuiti di illuminazione e di forza motrice e constatare il costo del loro esercizio deducendolo dalle fatture mensili del consumo dell'energia.

Tutto ciò sarà facilitato se il circuito sarà unico per l'illuminazione e il riscaldamento o per la forza motrice ed il riscaldamento, e se non sarà quindi necessario l'impianto di nuove condotture e di speciali misuratori dell'energia.

Al N. 4.°

« La tassa deve essere limitata all'energia impiegata direttamente per l'illuminazione ».

È questo un corollario di quanto fu discusso nel paragrafo a) del N. 3.°.

Al N. 5.°

« Come conseguenza di queste premesse, appare evidente che fra i sistemi di tassazione finora considerati è da preferirsi quello tedesco, secondo il quale la tassa viene applicata solamente ad ogni apparecchio produttore di luce, sistema che si presta anche per facilitare la perequazione delle tasse sui vari sistemi di illuminazione ».

Date le premesse contenute nei precedenti articoli, risulta che volendo mantenere tassata l'energia elettrica per illuminazione ed esentare di tassa quella destinata al riscaldamento, sarebbe necessario l'uso di due circuiti distinti.

Se vi fossero due condutture con due contatori, oltre ad avere ostacolata la diffusione del riscaldamento elettrico, ne deriverebbero:

a) maggiori spese di impianto, e quindi difficoltà di diffusione del riscaldamento elettrico.

b) maggiori spese di esercizio per il nolo di due contatori;

c) facilità di frode per parte dell'utente che potrebbe attaccare le lampade al circuito del riscaldamento, defraudando così il fisco della tassa. Si noti che, questa frode, avvenendo nell'interno delle abitazioni private, la sua constatazione è assai difficile.

Non è a dirsi che essendovi un'unica conduttura nelle case, per luce e riscaldamento, e non dovendo il riscaldamento costare più di 7-8 cs., si debba anche vendere tutta l'energia per illuminazione a questo prezzo.

Se non vi saranno ostacoli dovuti a doppie condutture e a tasse elevate sull'energia, le imprese elettriche potranno pattuire cogli utenti prezzi bassi durante quasi tutta la giornata per energia destinata a qualsiasi uso, tenendoli alti solo nelle ore delle punte, quando cioè anche pel distributore l'energia ha un costo molto elevato.

Che un sistema simile possa essere utile è deducibile dalle seguenti considerazioni:

Anzitutto in moltissime plaghe le cucine sono principalmente usate nella mattinata sino alle 13, giacchè vi si pranza a mezzogiorno. Sono queste le ore in cui generalmente gli impianti elettrici possono distribuire l'energia a buon mercato.

Pel riscaldamento di ambienti è possibile azionare le stufe durante il giorno e la notte, sospendendone il funzionamento durante le ore della punta: basterà adottare stufe con molta massa riscaldata, per modo che conservino a lungo il calore.

Quando l'applicazione sia facile e semplice l'utente potrà aumentare di molto le applicazioni elettriche nella sua casa, e di conseguenza gli impianti elettrici verranno maggiormente utilizzati, e l'energia costerà di meno, con vantaggio di tutti.

Ne consegue che il sistema più razionale è quello di lasciare l'energia elettrica esente da tassa per qualsiasi applicazione, e di colpire la illuminazione elettrica in qualche altro suo elemento.

Ben esaminata la questione risulta che la tassa più razionale è quella del tipo tedesco, che colpisce gli apparecchi o i corpi d'illuminazione e cioè le lampade a incandescenza, i carboni, etc.

Essa è infatti più collegata colla illuminazione in sè stessa e si presta molto bene a perequare i vari sistemi di illuminazione, potendosi applicare tasse diverse ai vari tipi di lampade o di carboni.

SUBORDINATE

1.° « *Che sia abolita qualunque tassa sull'energia utilizzata dagli utenti con apparecchi inseriti in circuiti che non contengono apparecchi di illuminazione* ».

Questa subordinata fu presentata pel caso che il Governo non intenda abolire o ridurre la tassazione sull'energia per illuminazione.

In questo caso si domanda che siano ammessi dei circuiti speciali per il riscaldamento esenti da tassazione.

Con questa soluzione, che potrebbe essere utile per l'applicazione del riscaldamento nelle piccole industrie, verrebbe però di molto ostacolato il diffondersi del riscaldamento domestico per le ragioni sopra ricordate.

2.° « *Che l'energia elettrica per l'illuminazione o per illuminazione e riscaldamento su di un medesimo circuito sia tassata in misura proporzionale all'energia stessa e non mai superiore a centesimi uno per chilowattora, integrando questa tassa mediante una tassa speciale sulle lampadine e sulle altre sorgenti di luce secondo il sistema tedesco* ».

Questa subordinata fu presentata pel caso in cui il Governo sia disposto a modificare parzialmente il modo di tassazione dell'energia per illuminazione.

La dicitura è chiara di per sè stessa e non richiede commenti, solo facciamo notare che la tassa di un centesimo per chilowattora è digià elevata, poichè nei riguardi del riscaldamento, dovendosi il chilowattora vendere a non più di 5 o 6 centesimi, la tassa rappresenta una forte percentuale del prezzo e cioè dal 20 % al 16.6 %.

Ing. U. DEL BUONO

» A. PANZARASA

» G. SEMENZA

N. 3.

**A PROPOSITO DELLA ELETTRIFICAZIONE
DELLA DIRETTISSIMA ROMA-NAPOLI**

P R E M E S S A

La Sezione di Napoli dell'A. E. I. ha votato nella sua seduta del giorno 21 marzo 1912 l'ordine del giorno riportato più avanti.

Per l'importanza dell'argomento, e ritenendosi appartenere agli scopi del nostro sodalizio il levare la voce in appoggio di tutte le applicazioni dell'elettricità, la Presidenza generale, grata dell'iniziativa della Sezione di Napoli, ha aderito volentieri al desiderio manifestato dal Presidente di quella Sezione, il prof. Lombardi, che il voto fosse sottoposto anche al Consiglio Generale dell'A. E. I. perchè potesse la sua presentazione al Governo essere accompagnata da più largo suffragio. Il Consiglio Generale, udito per referendum a scopo di sollecitudine, ha emesso il proprio parere favorevole e la Presidenza generale ha inviato il voto stesso, suffragato da questo parere, ai sigg. Ministro dei LL. PP. e dell'A. I. e C. nonchè al signor Direttore Generale delle Ferrovie dello Stato.

S. E. il Ministro di Agricoltura, Industria e Commercio ha risposto con la lettera seguente:

« Ill.mo Signor Presidente dell'A. E. I.,

« L'Ordine del giorno di codesta Associazione, che era unito alla lettera accanto richiamata, rivolto ad ottenere l'adozione della trazione elettrica sulla nuova linea ferroviaria direttissima Roma-Napoli, è stato da questo Ministero vivamente raccomandato agli uffici competenti, ecc. ».

Milano, 15 Giugno 1912.

IL SEGRETARIO GENERALE

CARLO PARVOPASSU

PAROLE PRELIMINARI

*pronunciate dal Prof. LOMBARDI davanti alla Sezione di Napoli
nell'adunanza del 21 marzo 1912*

(Il verbale della riunione è riportato nel presente fascicolo pag. 596)

Il primo impegno ufficiale per la costruzione di una nuova linea diretta fra Roma e Napoli fu assunto dal Governo con un articolo aggiuntivo alla legge Baccarini pel completamento delle Ferrovie italiane, presentata al Parlamento il 18 maggio 1878 e approvata nel 1879, il 29 luglio.

L'articolo suona così: « Con legge speciale, da presentarsi entro « tre anni, sarà provveduto alla costruzione fra Napoli e Roma di « una diretta comunicazione ferroviaria, alla quale potranno coor- « dinarsi le linee da Velletri a Terracina e da Sparanise a Gaeta ».

Il progetto di legge, cui si allude in quell'ordine del giorno, fu presentato alla Camera il 12 giugno 1882, e approvato il 28 giugno, stabilendo in modo tassativo che la nuova linea dovesse essere costruita separatamente da quella già esistente, e in modo da costituire la più semplice comunicazione fra le due città — e che essa dovesse aprirsi all'esercizio entro il 1886.

Con la legge 25 luglio 1888, poichè la costruzione della Roma-Aversa era stata inclusa nelle convenzioni ferroviarie del 1885 colla Società Mediterranea, e già esisteva la Napoli-Aversa nella rete Adriatica, il Governo, proponendo l'approvazione dei Contratti per la costruzione delle ferrovie complementari, stabili, all'art. 7, che la linea diretta Napoli-Roma dovesse essere costruita entro il 1888, e autorizzò un primo stanziamento di 32 milioni.

Non è il caso qui di indagare su le molteplici ragioni per cui le leggi del 1882, del 1885 e del 1888, concernenti questa e molte altre ferrovie complementari, non ebbero la loro immediata attuazione.

La Commissione, nominata con R. Decreto 20 luglio 1901, in base alla relazione elaborata dalla Sottocommissione speciale, all'uopo delegata, nell'adunanza del 21 aprile 1902 adottava, fra le altre, le seguenti conclusioni:

1. La costruzione della linea direttissima Roma-Napoli è giustificata per ragioni legali, politiche, strategiche e commerciali.
2. La « Direttissima » dovrà essenzialmente disimpegnare:
 - a) un servizio di viaggiatori a gran velocità fra Napoli e Roma;
 - b) un servizio speciale di merci ricche, limitato a poche categorie da determinarsi nei riguardi del peso e delle dimensioni in modo da poterne effettuare il trasporto a gran velocità;
3. La linea avrà sede completamente propria, e doppio binario, e sarà del tutto priva di passaggi a livello. Le stazioni principali nelle due città verranno allacciate a quelle delle ferrovie attuali, e a Napoli con quella del porto.
4. Le opere e modalità principali della linea saranno tali da permettere un eventuale esercizio a vapore. L'esercizio ordinario sarà tuttavia fatto con sistema di trazione elettrica.
5. I treni diretti di viaggiatori dovrebbero avere una velocità normale non inferiore a 100 Km. all'ora, susseguendosi a intervalli non superiori a tre ore, escluse, in massima, 6 ore di notte.
6. La composizione normale dei treni diretti dovrà essere tale da permettere il trasporto di almeno 200 passeggeri.

Per la costruzione della linea secondo il progetto della Sottocommissione occorre 92 milioni, oltre alla spesa per l'impianto elettrico e il materiale di esercizio, valutata a circa 16 milioni. La Commissione però proponeva che la costruzione e l'esercizio venissero concessi all'industria privata con sovvenzione chilometrica, e, siccome allo stato delle leggi questa non avrebbe potuto superare L. 6000 al Km., la Commissione suggeriva che tale limite venisse con nuova disposizione ecceduto, fino a garantire un mite interesse del capitale d'impianto, con che però lo Stato avrebbe potuto riservarsi sui prodotti una più larga compartecipazione, che col tempo avrebbe reso minimo e forse annullato completamente l'onere della sovvenzione stessa.

Le fasi successive della questione sono di data non molto remota, e da molti colleghi bene conosciute.

Le conclusioni della Commissione Reale, dopo le dimissioni del Ministro Giusso, vennero in una relazione da questi elaborata, che ha la data 18 giugno 1902. rassegnate al nuovo Ministro dei LL. PP.

Balenzano, concretando in una spesa annua di L. 7.168.000 l'onere necessario per la concessione all'industria privata di 9 fra le 17 linee complementari da costruire, il costo delle quali ammontava a L. 218.736.000; mentre si proponevano per la costruzione diretta le altre 7 linee, del costo presunto di 148.287.000 lire.

Il Governo di fronte al Parlamento però assunse l'impegno di costruire per conto proprio anche parecchie delle prime linee, e fra queste la Direttissima, e incaricò del progetto relativo il Regio Ispettorato delle SS. FF., che lo allestì entro i due anni successivi, attenendosi in gran parte al tracciato e alle modalità suggerite dalla Commissione Reale.

L'esercizio tuttavia, per le gravi difficoltà ancora inerenti alla elettrificazione di lunghi percorsi, veniva per allora progettato a vapore.

Assunto dallo Stato l'esercizio di tutte le ferrovie principali, l'Ufficio delle Costruzioni poneva mano al progetto definitivo, riducendo da 15 a 10 per mille le massime pendenze per rendere possibili le grandi velocità, senza pronunciarsi definitivamente in merito al sistema di trazione da adottare.

In seguito alle recenti interpellanze promosse e ai voti formulati dai principali Enti cittadini, per ottenere l'applicazione del servizio elettrico sulla « Direttissima » Roma-Napoli, la Direzione Generale delle FF. di Stato diede pubblicamente assicurazione che il progetto relativo era allo studio, ed al momento attuale si hanno elementi per credere che ulteriori passi si siano fatti verso la soluzione di questo interessantissimo problema, alla quale attendono tecnici va'orosi e menti altamente illuminate.

ORDINE DEL GIORNO

*votato dalla Sezione di Napoli dell' A. E. I. nella seduta del 21 marzo 1912
ed approvato con referendum dal Consiglio Generale*

L'Associazione Elettrotecnica Italiana Sezione di Napoli

« Tenendo presenti le conclusioni della Commissione Reale nominata con R. Decreto 20 luglio 1901 per lo studio delle ferrovie complementari, la quale, proponendo che la « Direttissima » Roma-Napoli fosse esercitata con sistema elettrico ad una velocità non

« inferiore a 100 Km. all'ora, intese che essa potesse disimpegnare
« un servizio rapidissimo di viaggiatori e di merci di valore con-
« servando alla linea attuale gran parte del traffico ordinario;

« Pure riconoscendo non completamente ingiustificate le succes-
« sive riserve del cessato Ispettorato delle FF. SS., il quale nel
« 1904 opinò non fosse ancora sufficientemente matura la questione
« della trazione elettrica per lunghi percorsi, e credette opportuno
« compilare il progetto primitivo della nuova linea in base alle esi-
« genze del servizio rapido a vapore;

« Constatando che l'Ufficio delle costruzioni delle FF. SS. sag-
« giamente avisò riducendo nel progetto definitivo le maggiori pen-
« denze dal 15 al 10 per mille ed aumentando i raggi delle curve
« per rendere più agevoli le grandi velocità;

« Bene auspicando dai brillanti risultati già ottenuti in Italia
« ed all'estero co-l'applicazione della trazione elettrica a tratti di
« linee a grande traffico, sulle quali si è dimostrata ampiamente la
« possibilità della doppia e tripla trazione e la economia dei ricu-
« peri in discesa, e venne felicemente risolta ogni difficoltà dei ser-
« vizi di stazione ed accessori;

« Considerando che per l'eventuale elettrificazione della nuova
« linea furono già riservate esuberanti energie idrauliche, sottraen-
« dole con previdenza di governo alle domande della industria privata;

« Non crede che l'Italia debba ad una eventuale modesta eco-
« nomia di spesa di esercizio sacrificare uno dei più alti interessi delle
« provincie meridionali, che aspirano ad avere con la Capitale del
« Regno una via di rapidissime e frequenti comunicazioni

« e per tanto fa voto

« che il Governo nella risoluzione di questo importantissimo pro-
« blema, che interessa da vicino la economia della Nazione, si lasci
« esclusivamente guidare da quell'alto concetto, cui si ispirarono già
« i nostri maggiori progressi e ardimenti passati, e, adottando sulla
« nuova linea la trazione elettrica, stabilisca tra Roma e Napoli quel
« più diretto e frequente collegamento, che solo pare adeguato alla
« cresciuta importanza dei traffici e che, vagheggiato già dalla mente
« illuminata dei tecnici e dei governanti, ora è concordemente recla-
« mato dall'a volontà di tutti gli Enti cittadini ».

CIRCA L'ELETTRIFICAZIONE DELLA DIRETTISSIMA ROMA-NAPOLI

*Lettura fatta dal Socio Prof. S. RAGNO alla Sezione di Napoli,
il 21 Marzo 1912*

1. Il nostro Presidente, al cui cortese invito non seppi e non potei sottrarmi, gentilmente volle richiedermi la preparazione di un ordine del giorno, riflettente l'argomento della elettrificazione della « Direttissima » Roma-Napoli, da sottomettere alla discussione del Consiglio e poi all'assemblea di questa nostra Sezione dell'A. E. I.

La questione, che, giustamente, tante discussioni ha sollevate da anni, discussioni che ora si son fatte più vive, sia nel nostro mezzogiorno, che nella stessa Capitale, è delle più delicate, se è messa in relazione ai suoi precedenti; e, se si riflette ai mille interessi particolari che essa può toccare, a seconda della diversa soluzione che per essa si presume, o si spera di veder assunta.

Per la natura della nostra Associazione, l'opinione da questa emessa al riguardo del problema tecnico potrà eventualmente assumere, una notevole importanza, onde una disamina molto serena ed assolutamente imparziale di esso ci è imposta.

Perciò formulai l'ordine del giorno seguente in due distinte parti: l'una richiamante la genesi del progetto che è ora in via di esecuzione, l'altra riferentesi alle più recenti risultanze tecnico-economiche (1) delle elettrificazioni tentate e sperimentate finora per le linee a grande traffico, onde trarne seri argomenti in favore del voto da emettere e giustificare la convenienza di rendere sempre più rapide le comunicazioni fra Roma e Napoli.

« Ordine del Giorno riportato a pag. 557 ».

(1) Il problema tecnico qui dev'essere esaminato con criterio sintetico molto generale, non trattandosi di fare di esso una discussione di pura applicazione elettrotecnica.

Studiate le varie opinioni che furono espresse nel nostro Consiglio, tenterò di dare breve e succinta ragione dell'ordine del giorno suddetto da me proposto, lieto per mio conto, se avrò potuto portare qualche modestissimo contributo, per tentare di chiarire il complesso argomento; e, ancor più lieto sarò, se per la discussione così sollevata nella nostra Associazione, colleghi anche più al corrente della materia, a cui mi interesso solo per vecchia tendenza, potranno fornire elementi più ponderosi di quelli che io ho in fretta raccolti, per aderire come ho detto all'amabile insistenza del prof. Lombardi.

2. Sembrò che fuori luogo sarebbe qui riuscito l'esaminare con minuto dettaglio le particolarità dei diversi sistemi adottabili per la trazione elettrica sulle linee a grande traffico; poichè l'argomento fu discusso autorevolmente al Congresso internazionale ferroviario di Berna nel 1910 ed all'ultimo Congresso Internazionale elettrotecnico di Torino, e così pure fu trattato con ampiezza e grande competenza nel seno dell'Associazione degli ingegneri ferroviari italiani. Le opinioni che possono aversi, e sostenersi con argomenti validi, nei diversi casi e pei diversi sistemi sono varie, e posseggono tutte una base di verità.

A riassumere per quanto più celeremente è possibile l'argomento accennerò solo che nella varia competizione, a seconda delle varie tendenze, più o meno interessate molte volte a questo o quel sistema, esperimenti decisivi per gli impianti trifasi si sono fatti in Italia, con splendidi risultati, per linee in piano ed in montagna con automotrici e con locomotori con treni leggeri o pesanti, a medie e ad alte velocità; esperimenti col sistema monofase si sono eseguiti in Svizzera ed in Germania, e con corrente continua, ad alta tensione, più specialmente in America.

È inutile notare che gli esperimenti italiani, nati per originari impulsi delle cessate Società Adriatica e Mediterranea, riuscirono, di fronte al mondo intero, i più completi, e per essi è dato di ottenere ben netti raffronti.

All'ultimo Congresso Internazionale per le applicazioni elettriche, l'amico Ing. Calzolari col quale iniziai in Inghilterra la ricezione, da lui completata poi presso la Westinghouse, dei turbo-generatori e di tutta l'apparecchiatura elettrica, destinata appunto ai Giovi, stabilì un completo parallelo della trazione monofase e della trifase sulle linee a grande traffico, ed egli, esaminando quanto si è fatto in tutto il mondo, arrivò a conclusioni degne di nota.

Ed è da riconoscere a sua lode, che, malgrado la sua lunga permanenza nell'esercizio degli impianti trifasi italiani, egli non perdè la voluta serenità nella discussione dei vari sistemi, e lumeggiò la questione in modo ben chiaro e preciso.

Secondo i più, il monofase (10000 volts, 12 a 25 periodi) riuscirebbe adatto per linee di limitata importanza con traffico forte, profilo altimetrico accidentato, ma senza forti e lunghe rampe; con esso si ha il vantaggio della soppressione delle sottostazioni di trasformazione, e quindi con una sola linea di trasmissione dell'energia.

Il sistema trifase (3000 volt, 15 periodi) riescirebbe atto per le linee di grande traffico, con andamento altimetrico fortemente accidentato, e con forti pendenze per lunghe tratte.

Per noi italiani la prova più decisiva si è avuta pel trifase, sia per la maggiore esperienza fatta, sia perchè con esso si è già praticamente dimostrata l'efficacia del ricupero di energia sulle lunghe discese, con vantaggio reale dell'esercizio, poichè ai Giovi si è ottenuto un coefficiente relativo nel corrente esercizio del 10 al 14 per cento, e, per quanto molti non vogliono a ciò assegnare il giusto valore nell'economia di un grande esercizio, pure è bene farne menzione particolare.

3. Per completare la rapida sintesi del delicato argomento, mi piace ricordare un esempio, dirò, estraneo alla trazione elettrica, ma che può servire forse ad appianare molte discussioni. Quando apparvero le prime locomotive compound in Italia, molti autorevoli tecnici ferroviari dissero che esse non avrebbero potuto dare mai ottimi risultati, per quanto altri, come avvenne a me, predicessero il contrario. Difatti dopo le prime non facili prove, nelle quali ebbi parte non indifferente presso i depositi della Mediterranea di Napoli, di Roma e di Pisa (1), avvenne che il loro uso fu assodato.

Quando di poi si è iniziato l'impiego del vapore surriscaldato, si sono avute le stesse indecisioni, e, durante l'affermarsi di questo ultimo sistema di fronte al Compound, nacque la nuova lotta, che ora può dirsi decisa a favore del vapore surriscaldato.

(1) Dovetti durante più di sei mesi, nel 1901 combattere contro le opinioni di carissimi colleghi e superiori sia del R. Ispettorato delle F. F., che della stessa Amministrazione Mediterranea, e quel che fu più difficile col personale conducente, presso il Deposito che dirigevo. Corrette e sistemate le prime otto locomotive gruppo 3800, per due mesi

M. Flamme, amministratore generale della Trazione delle FF. SS. belga, dove' dirmi, nel 1906 un giorno a Bruxelles mentre dimoravo nel Belgio, presso a poco così: « comando ancora delle locomotive Compound, per accontentare il Ministero, il quale deve pur « seguire un po' anche le diverse tendenze; diversamente le comanderai tutte a vapore surriscaldato ».

Ho richiamato a me stesso tali ricordi per avvalorare l'opinione che, essendo oramai la lotta primitiva fra i tre principali sistemi di trazione elettrica entrata nella fase risolutiva, perchè le caratteristiche di essi stanno per assodarsi nella onesta opinione dei tecnici disinteressati, la loro scelta e la loro preferenza dipenderà, nei vari casi, da molti diversi fattori, qualcuno dei quali sarà anche fuori dell'azione stessa dei tecnici i più eminenti e particolarmente competenti.

Vidi per lungo tempo nelle officine Westinghouse a Manchester il minuscolo impianto che servì ai primordiali esperimenti del sistema monofase, e solo da pochi anni quell'a Ditta ha nettamente mostrate le sue simpatie pel trifase.

4. Se si vuole il ricupero, per ora l'esperienza suggerisce il sistema trifase, per quanto il ricupero stesso si annunziò possibile con qualche probabilità di buon risultato anche nel sistema monofase.

In tale ultimo sistema si può andare invece con alti potenziali fin sui locomotori e poi là si può avere la trasformazione statica, e quindi esso, per cui si conseguono migliori rendimenti della linea, parrebbe dovesse economicamente riuscire più vantaggioso; però altri argomenti a favore del trifase giustificerebbero invece la sua preferenza.

Così le diverse caratteristiche dei motori trifasi, più semplici, a velocità costante, ecc., ma con rendimenti più bassi negli avviamenti, vanno messe in giusta relazione con quelle dei motori a collettore, per decidere della scelta e preferenza; e, per altro non bisogna dimenticare che, al nascere di ogni nuova idea, si cerca sempre di sfruttarla da ogni parte per altre vie, qualche volta migliori; quindi si può aspettare che i tecnici ferroviari competenti si

circa inviato presso i depositi di Roma e Pisa, dovetti sostenere una vera lotta coi conducenti e coi capi di quei depositi, fino ad assoggettarli a duri esperimenti di condotta delle loro locomotive io stesso, per non far dire che in Italia le locomotive Compound non dessero buoni risultati. L'Ing. Rocca Rey lavorava come me, nel deposito di Alessandria del 2° Compartimento, ottenendo eguali utili risultati.

occupino e decidano del miglior sistema da prescegliere, tanto più che sulla Torino-Pinerolo-Torre Pellice si esprimerà anche da noi il monofase fra breve.

Certo che i Governi di tutti i paesi d'Europa farebbero opera saggia a preparare un accordo per arrivare alla «Standardizzazione» del sistema di elettrificazione da preferire fra tutti, od almeno a disciplinare il difficile argomento, pei vari casi speciali.

Il Calzolari, da esperto tecnico ferroviario esercente, ben fa a riportare le preoccupazioni per la trascurata «standardizzazione» espresse dall'illustre Giorgio Westinghouse nel 1905 a Washington; ma purtroppo la unificazione reclamata in tanti altri campi, a cominciare da quella non ancora ottenuta delle unità metriche — per riportare l'esempio più classico — come chi ha buona esperienza sa bene, è molto difficile a realizzarsi, anche col moderno grado di sviluppo civile ed industriale.

Certo l'esperienza della tecnica ferroviaria, le conferenze annuali, i congressi internazionali man mano molto potranno fare in questo campo (1), e basta leggere i voti, emessi nei successivi congressi internazionali ferroviari circa la elettrificazione delle grandi linee, nel '900 a Parigi, nel '905 a Washington, nel '910 a Berna, per rendersi conto come siano riuscite giustificate le buone previsioni che gradualmente si son fatte, nei Congressi stessi, per la elettrificazione delle linee a grande traffico, e come oggi la via risolutiva riesca ben tracciata per il parallelo con la grande trazione a vapore.

La lettura di quei voti, emessi da consessi imparziali, deve rassicurare coloro che hanno ancora delle prevenzioni contro la grande trazione elettrica, perchè, per essi si vede come man mano si è verificato il mutamento di opinione, negli uomini che della tecnica relativa alla trazione ferroviaria hanno le maggiori responsabilità nel mondo intero.

5. È importante qui di notare che, in base a tutti gli esperimenti fatti, risulta per la grande trazione ormai sparita ogni dubbio circa l'applicabilità dei sistemi elettrici:

a) *Alle linee di traffico intenso, servite da treni velocissimi;*

(1) L'Associazione Internazionale per le prove dei materiali ha tanto efficacemente lavorato, nel suo campo in pochi anni, che degli utili risultati della sua vantaggiosa azione si risentono gli effetti già sia nel campo scientifico più alto che in quello tecnico-industriale.

b) *Alle linee per valichi a forti pendenze e con lunghe gallerie.*

Se esempi di linee elettrificate della lunghezza della « Direttissima » Roma-Napoli non si hanno ancora, è certo però che l'esempio delle nostre Valtellinesi e delle stesse Varesine, sulle quali ultime si fanno fino a 33 coppie di treni al giorno, ha reso possibile lo studio di tutti i dettagli, per poter passare a più grandi applicazioni.

Non si deve dimenticare che gli esperimenti americani si limitano all'esercizio dei lunghi tunnels di accesso alle grandi stazioni; che i servizi delle linee Svizzere, di quelle Ungheresi e Tedesche sono limitati; e che nessun esperimento si è fatto in Inghilterra e nel Belgio, ove le linee perfettamente pianeggianti *non fanno nascere ancora il bisogno immediato di sostituzione della grande trazione elettrica a quella a vapore*; ma bisogna anche ricordare che il combustibile è in quei paesi più a buon mercato che da noi, e che lo si ha a più facile disposizione.

Per arrivare ad illustrare il nostro argomento basta riportarsi agli esperimenti italiani delle Valtelline e delle Varesine ed a quello dei Giovi; originariamente quest'ultimo aveva una estensione di soli 10,4 chm. (Pontedecimo-Busa'la) ma poi si è prolungato a Campasso, e nel triennio prossimo avrà una importantissima estensione fino a Genova e fino a Tortona, sulla linea succursale *parallela*, per preparare la futura direttissima Milano-Genova.

Le Ferrovie Statali hanno elettrificato già il valico del Cenisio, ed esperimenteranno come ho detto il sistema monofase sulla Torino-Pinerolo-Torrepellice. E qui di sfuggita è bene ricordare, per noi meridionali, che la Mediterranea nel 1904 pensava di elettrificare la Napoli-Castellamare, la quale in quel tempo rappresentava il tipo solo possibile, ed adattatissimo, per la trazione elettrica a treni leggerissimi su linee a grande traffico; questa tratta, elettrificata, doveva preparare gli elementi per la elettrificazione della Napoli-Salerno (1).

(1) Napoli purtroppo fa chiasso per pochi momenti, e poi il bel cielo l'addormenta. La elettrificazione delle linee ferroviarie intorno a Napoli, ossia di brevi tratte d'intensissimo traffico, le quali come avviene intorno a tutte le grandi agglomerazioni, sarebbero state per essa molto appropriate fin dal 1901, da quando cioè la Commissione Reale per le Ferrovie complementari segnalava la opportunità di congiungere Napoli con Roma con una grande tramvia; quella elettrificazione che la Mediterranea aveva allo studio è ancora di là da venire, e le Varesine, le Valtellinesi, ecc., sono fatti compiuti.

A parte i paralleli minuti che si potrebbero stabilire fra le linee ed i servizi finora sperimentati, rispetto a quelle linee ed a quei servizi che si dovrebbero impiantare (*l'esame dei dettagli può far svissare la questione*) il fatto da assodare oggi è che la grande trazione elettrica può cominciare ad essere paragonata, per i suoi coefficienti economici, alla grande trazione a vapore.

A me vecchio trazionista, che ebbi la responsabilità di mantenere ed esercitare nel deposito di Napoli per molti anni centinaia di locomotive, e che provai tutta la soddisfazione di condurre quel mirabile e perfetto organismo, che la moderna scienza industriale ha ricavato dall'originario Rocket di Stephenson, a me, pure doleva di sentire a dire anni sono che la trazione elettrica poteva cominciare e competere colla grande trazione a vapore: oggi debbo pur modificare alquanto la mia vecchia opinione.

Gli elementi finora raccolti dimostrano la possibilità della competizione; i vantaggi delle forti velocità in linee piane, e del trainamento dei forti carichi in linee di montagna sono ormai assodati; e, se l'ultima parola non è detta, in tesi assoluta e generale, si può asserire con calma serena che i due potenti mezzi potranno coesistere ancora per lunghi anni, e forse mai si potrà assodare la netta preferenza dell'una, rispetto all'altra potendo in ogni caso influire nella scelta tanti fattori diversi.

Per noi italiani, dimostrata possibile la coesistenza, è chiaro che la trazione elettrica è da preferirsi, poichè dobbiamo cercare di utilizzare il nostro carbone bianco non possedendone di nero; per di più avendo la nostra rete altimetricamente, si può dire, la più accidentata del mondo, e la meno adatta all'utilizzazione buona della locomotiva — delle quali difficilissima riesce la conduzione e la manutenzione, specialmente in causa del rapido deterioramento dei forni da noi più che in qualunque altro paese (1) — quella convenienza si accentua.

6. Ai Giovi l'esperimento ha dato eccellenti risultati, sia come dimostrazione della possibile elasticità del grande servizio ferroviario, sia per quella del servizio facile e di alto rendimento economico

(1) È questo un argomento delicatissimo che disgraziatamente non ridonda ad onore della nostra tecnica di esercizio ferroviario e che è forse peggiorato col passaggio delle Ferrovie allo Stato; esso si connette ad una quistione grave che riflette l'organizzazione dei servizi di trazione al riguardo dei quali mi auguro potere un giorno scrivere diffusamente.

sulle lunghe e forti rampe (29 a 35 per mille) onde la vecchia linea dei Giovi, la quale imponeva limiti di esercizio alla trazione a vapore, va ora invece assorbendo il maggior traffico del valico.

Treni di 380 tonnellate, lanciati ogni 10 o 15 minuti a 45 Km. di velocità — che potrebbe spingersi fino a 70 — per 18 a 20 ore al giorno, con una locomotiva in testa ed una in coda, saigono da Pontedecimo a Busalla; bisogna notare che un servizio eguale *non era realizzabile così facilmente con la trazione a vapore*.

Per la centrale termoelettrica dei Giovi si ha un coefficiente di utilizzazione della massima potenza teorica minore del 20 %, quindi vi è colà campo per estendere ancor più quel servizio, come nel fatto si va facendo. Si fanno ora 20 treni in discesa, di cui 7 viaggiatori, e 31 in salita, dei quali 11 viaggiatori. Si ha notizia che le due Società Negri di Savona e Valmoira, concessionarie di ingenti forze idrauliche, hanno fatto un contratto con le Ferrovie dello Stato per la fornitura di circa 2.000.000 di lire di energia elettrica a L. 0,04 per Kw., per soddisfare ai servizi dei Giovi e del Cenisio, i quali saranno rilegati così insieme, in quanto a fonte di energia, e avranno come eventuale riserva la centrale termica di Genova.

Nella Relazione finanziaria dell'Amministrazione delle Ferrovie di Stato 910-911 è detto pel servizio dei Giovi a pag. 72:

« Tutte le apparecchiature si dimostrano soddisfacenti ed atte a realizzare l'intero programma. La presa di corrente avviene in modo regolare in tutti i punti della linea e negli scambi; con i trolley adottati ai Giovi si è riusciti a sopprimere qualunque scintillio, benchè si abbiano numerose variazioni di altezza della linea di contatto, per effetto dell'alternarsi di gallerie e di linee allo scoperto. Inapprezzabile fu il consumo di filo di contatto ».

Ed a pag. 71:

« Sulle Valtellinesi, nell'estate del '910, si attivò la coppia direttissimi Milano-Sondrio-Chiavenna, adibita specialmente al servizio per l'Engadina. Si studiò e si viene effettuando la trasformazione dei locomotori delle linee Valtellinesi. Per la Milano-Varese si studiarono dei locomotori elettrici di grande potenza e velocità per effettuare a trazione elettrica treni merci e treni viaggiatori di grande composizione, ora trainati a vapore ».

Se tutte le apparecchiature elettriche aeree, per gli scambi ordinari semplici od inglesi, sono riuscite facili ed hanno dati buoni risultati, ciò che è da tenersi bene in conto quando si osserva l'im-

portanza delle Stazioni di Busalla e di Pontedecimo, le quali hanno uno sviluppo di binari e scambi elettrificati forse fra i maggiori di tutte le stazioni di Europa e di America — come ben nota l'ingegnere A. Donati, nel suo studio di paragone fra l'esercizio a trazione elettrica ai Giovi e quello al Lötschberg (1); se l'Italia ebbe il merito di rendere evidenti: i vantaggi delle alte tensioni; la necessità delle basse frequenze; la facile e forse migliore utilizzazione delle doppie e triple trazioni, nella trazione elettrica rispetto a quella a vapore; il vantaggioso uso di locomotori potenti; la nessuna difficoltà dei servizi di stazioni anche importanti, come nella grande trazione a vapore; ed infine dimostrò la possibilità dei recuperi di energia, nelle lunghe discese, onde si possono avere centrali termiche adatte o idrauliche con serbatoi di carico per una giornata di servizio; si può concludere, che se un decennio fa poteva essere giustificato il concetto che la trazione elettrica dovesse utilizzarsi sulle grandi reti *come servizio sussidiario di quello a vapore, impiegando treni rapidissimi e leggeri, oggi bisogna dire invece che essa può accoppiarsi a quella a vapore o sostituirla in gran parte, potendo riuscire molto più elastica in quanto alla variabilità di potenza col vantaggio della maggiore rapidità, maggiore aderenza e migliore andatura dei locomotori, anche velocissimi; e col privilegio singolare del recupero nelle discese. Al quale proposito è da notare che anche non effettuandosi il recupero, rimane sempre il vantaggio delle discese a freni lenti, con risparmio sensibile di spesa e migliore conservazione del materiale, rotabile e della via.*

Nel '905, al VII Congresso internazionale ferroviario di Washington, fu dichiarato che per gli ultimi progressi, *di allora*, la trazione elettrica non presentava tecnicamente vere difficoltà, se considerata « come utile ausilio alla trazione a vapore per una certa categoria di traffici, con profitto ed economia; ma che era impossibile di venire ad una conclusione di ordine generale, per dire in « quali casi essa meglio si presentasse ».

I fautori della trazione elettrica dovevano allora contentarsi di questo risultato modesto, e noi trazionisti a vapore avevamo ancora nettamente ragione di rivendicare la preminenza del nostro sistema.

7. Il carattere, dirò, *tramviario* della trazione elettrica proposta dai primi fautori per la Direttissima si concretava nel concetto delle unità leggere e veloci.

(1) *Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane*, Anno I, Vol. I, N. 2.

Ora però: 1) se pensiamo che fra Napoli e Roma vi sono otto coppie di treni, di cui quattro diretti, due direttissimi e due accelerati, portanti in media tutti dai 150 ai 250 viaggiatori, secondo le oscillazioni delle stagioni e dei giorni di minore e maggior traffico; 2) se pensiamo che non è possibile più fare a meno di dare ai viaggiatori tutte le comodità, e quindi anche per un viaggio di due ore, non si può non usare l'ordinario tipo di vetture lunghe a corridoio a due carrelli, pesanti oltre le 35 tonnellate; ne consegue che, pur volendo lanciare dei treni ogni ora, non si scenderebbe mai sotto le 250 a 300 tonn: di peso morto per treno (1); perciò l'idea fondamentale, da molti caldeggiata dieci anni fa, deve assolutamente sparire, nè è più utile sostenerla, dal momento che la grande trazione elettrica è ora possibile tecnicamente.

Se la Commissione Reale nel 1901 parlava di treni a 100 Km. e 200 viaggiatori, esprimeva bene un voto, del quale ora solamente comincia a vedersi la possibilità di attuazione, pei risultati degli ultimi esperimenti.

L'argomento potrebbe ancora più illustrarsi, ma io non debbo abusare della benevolenza dei Colleghi, mentre molto mi resta ancora a dire.

Ripeto quindi solo che all'VIII Congresso ferroviario internazionale di Berna del 1910 già le opinioni erano mutate, e colà fu concluso a ragione che « la trazione elettrica non presentava tecnicamente vere difficoltà per la soddisfacente soluzione del problema della trazione sulle principali linee tanto con automotrici che con locomotive ». Ora a distanza di poco più di un anno, per i risultati già accennati delle nostre Ferrovie di Stato, resi di pubblica ragione, si può affermare che il corrente esercizio della grande trazione elettrica non desta più le passate preoccupazioni, e che quindi ove altre vantaggiose ed utili ragioni suggeriscano di preferirla, ciò può farsi.

Per la « Direttissima » Roma-Napoli, paragonando il suo profilo a quello delle Valte linesi, quale vedesi nella figura annessa, vien fatto di osservare che, ove, una bene intesa organizzazione del servizio elettrico vi sia predisposto, le nostre Ferrovie Statali potranno guadagnare nuovo titolo di onore all'ingegneria italiana.

A soddisfare d'altronde il voto vivissimo di Napoli e di Roma, di vedersi più rapidamente congiunte, giustamente da anni molti ob-

(1) Senza pensare alle necessità dei carri scudo, dei moderni bagagliai pesanti, dei vagoni ristoranti, ecc. ,

biettano che più vantaggiosa, e appropriata potrebbe essere l'elettrificazione della vecchia linea rispetto alla nuova. E veramente i risultati conseguiti ai Giovi bene dimostrano che appunto la vecchia linea, pel suo andamento altimetrico accidentato, e più specialmente per le selle di Caianello-Cassino e Segni-Roma, citando le due maggiori, più che la nuova dovrebbero esercire elettricamente, per migliorare il suo traffico, e ridurre le spese di esercizio (1).

II.

1. Se il problema tecnico non preoccupa più, se la grande trazione elettrica può sussidiare e sostituire anche quella a vapore, rimane a sapere se il costo di esercizio riesce anch'esso favorevole per la prima rispetto alla seconda, o, se non avviene invece il contrario; ecco dunque il secondo argomento capitale da trattare qui per dar ragione completa dell'ordine del giorno presentato.

Dati precisi non si hanno per dare un rapido e facile responso; bisogna fare qualche argomentazione per avere elementi di sicuro giudizio, nel vasto campo, nel quale tanti diversi fattori si possono a proposito, o no, fare entrare in discussione.

Discussione che, appunto per i molteplici elementi che si possono esaminare, spesso divaga dalla mira sintetica che bisogna avere; poichè fra gli elementi tecnici e statistici, anche senza mala-fede, si possono far campeggiare quelli che non è utile considerare allo stato attuale.

Il prof. Wissling del Politecnico di Zurigo asserì all'VIII Congresso internazionale ferroviario del 1910, che per la Svizzera poteva dirsi « con certezza che per la trazione elettrica delle ferrovie ordinarie, con la conveniente scelta delle forze idrauliche si sa-

(1) La Mediterranea in più occasioni anche col suo malandato materiale aveva potuto far percorrere da treni speciali l'attuale linea in meno di quattro ore. Se l'opinione pubblica — così mal orientata dal 1900 in poi — avesse potuto invece fin da allora imporsi per far addolcire le dette selle, rinforzare il binario ed evitare il lungo giro Napoli-Cancello-Capua, ora si andrebbe già con la trazione a vapore in tre ore circa da Napoli a Roma, ed elettrificando la linea attuale anche in meno! Ma i tecnici debbono pur saper comprendere che l'ottimo è nemico del bene, e nelle considerazioni e conclusioni debbono pur sapersi adattare alle speciali condizioni di ambiente se vogliono riuscire a qualche cosa.

«rebbero ottenute migliori convenienze economiche per la trazione elettrica rispetto a quella a vapore».

Pur avendosi qualche ragione per ritenere che una tale affermazione sia stata basata principalmente su dati teorici, pure per le considerazioni che seguono, l'asserzione stessa del Wissling non mi sembra tanto ardita, come qualcuno l'ha definita.

Il vantaggio economico per la produzione della energia delle centrali idroelettriche rispetto alle termoelettriche, oramai non è necessario più discutere con particolari paralleli, salvo casi particolari e condizioni speciali; del resto al riguardo la stessa Amministrazione delle Ferrovie italiane dello Stato offre, con la relazione dell'anno finanziario 1910-1911, termini di paragone eloquenti.

Così pel maggior costo dell'energia elettrica ottenuta dalla centrale termica delle Varesine rispetto a quella idraulica delle Valtellinesi la relazione dice:

«Come si espose nelle precedenti relazioni annuali la differenza di spesa fra le linee valtellinesi e varesine è principalmente dovuta alle condizioni onerose, con le quali è prodotta l'energia per le Varesine dalla centrale termo-elettrica di Tornavento. Nel prossimo anno, potendosi utilizzare l'energia fornita dalla centrale idroelettrica in base a contratto stipulato dall'Amministrazione, anche la spesa di esercizio delle Varesine sarà in diminuzione» (1)

Si può stabilire che l'energia elettrica per forti impianti e forniture importanti oggi può essere vantaggiosamente ceduta con sufficiente utile pel capitale di impianto e per speciali condizioni fino a L. 0,04 per Kw. Il contratto già citato nei Giovi-Cenisio, quello che era stato fatto all'epoca della concessione delle acque del Tuscano, pel qual contratto l'energia per elettrificare la Napoli-Castellamare ecc. doveva appunto essere fornita a L. 0,04 per KW. (2), possono far risparmiare ogni altro richiamo al riguardo.

Dai dati di costo di *esercizio* pubblicati dalle Ferrovie dello Stato, che si riportano in seguito per la trazione elettrica, mal si

(1) È doveroso qui accennare che la Mediterranea aveva fin dal principio progettato di sostituire la centrale termoelettrica di Tornavento, con un impianto idroelettrico, pel quale si sarebbero utilizzate le acque di scarico che la Società Lombarda possedeva, nel suo celebre impianto di Vizzola, 23000 HP, il più importante in Europa nel 902, e che a mezzo di un canale di 3 Km. si sarebbero ottenuti a Tornavento 11000 HP, con una portata di 105 mc. e una caduta di m. 7,85.

(2) Vedasi ultima interpellanza dell'on. Masini alla Camera dei Deputati.

possono trarre elementi sicuri sul costo dell'energia in centrale; però ho potuto avere qualche particolare informazione e con sufficiente sicurezza si può ritenere che il detto costo per KW. riesce in centrale per le:

Varesine di	L. 0,09 (1)
Valtellinesi di	» 0,07

E riesce spiegato il costo anche eccessivo per le Valtelline ove pur si ha un impianto idraulico, forse pel fatto che non tutta l'energia disponibile è colà utilizzata; onde, si comprende perfettamente la ritrosia dell'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato a pubblicare dati precisi al riguardo.

2. Ciò premesso, si osserva a priori che un parallelo esatto e rigoroso si potrebbe solo fare, dopo l'esperimento dei due sistemi di trazione a vapore ed elettrico, messi *assolutamente nelle stesse condizioni*; e quindi impiegati su di una stessa linea, per evitare così ogni discussione più o meno interessata, od anche in sincera fede, intesa a far predominare l'uno piuttosto che l'altro. — Ciò non è dato di fare. — Gli esperimenti finora eseguiti sono diversissimi per condizione di linee di traffici, e per lo più per essi non si hanno dati di consumo; questi poi molte volte possono essere per particolari ragioni non del tutto sinceri.

Dato il traffico che si svolge sulle linee Valtellinesi e Varesine, date le condizioni di tracciato e andamento altimetrico delle due, si può dire che, traendo per esse delle medie generali di costo della trazione elettrica — fatte le volute considerazioni e riduzioni per l'eccessivo prezzo dell'esercizio elettrico per entrambe, ed in maggior grado per le seconde — dette medie possono essere messe in paragone alle medie generali dell'attuale costo della trazione a vapore delle nostre ferrovie.

Un esame minuto al riguardo, qui non possibile, darebbe ragione di tale mio apprezzamento; accenno solo che sull'e ripetute linee Valtellinesi e Varesine il servizio si fa con automotrici e locomotori, e, come su tutte le altre linee a vapore italiane, con treni leggeri e pesanti; l'esame dell'allegato N. 20 alla relazione delle FF. SS. del 1910-1911, il quale indica le totali percorrenze dei vari tipi di locomotori, giustifica la possibilità del raffronto che vado a fare,

(1) Anche per una centrale a vapore questo prezzo è forte, ma non è qui il caso di discutere l'argomento.

rispetto al servizio generale della rete italiana per viaggiatori e merci.

Che se la proporzione dei Km. di percorrenza delle automotrici elettriche rispetto ai locomotori elettrici, come si vede dal riassunto seguente è più forte rispetto a quella della trazione a vapore, il paragone non è reso perciò meno attendibile, poichè esso si fa rispetto al treno chilometro-tonnellata, e l'influenza del maggior servizio con automotrice nella trazione elettrica può al più, riuscire sfavorevole per quest'ultima.

Percorrenze anno 1910-1911			
Trazione a vapore		Trazione elettrica	
Locomotive	Automotrici	Locomotive	Automotrici
146.313.597	621.381	693.064	2.093.254
147.234.968		2.785.318	

L'esame dei due profili sommari delle linee Varesine e Valteelinesi, giustifica com'essi si possano ritenere come rispondenti al tipo medio generale di tutte le linee della nostra rete.

I risultati che si raccoglieranno dal più intenso esercizio a trazione elettrica, che si sta per realizzare qua e là presso le grandi ferrovie, potranno, a breve scadenza, confermare o lievemente modificare le previsioni, che oggi si possono fare con maggiore o minore sicurezza.

3. Per poter fare un parallelo facile, è bene assodare il costo della trazione a vapore per quello che riguarda la sola e vera spesa di esercizio relativo — *combustibile, lubrificanti e illuminazione* — esclusi personale, manutenzione materiale e ammortamenti: all'uopo riporto i seguenti dati estratti dalla relazione citata 1910-911 dalle Ferrovie dello Stato (1).

(1) Rispetto alle medie relative delle Ferrovie del Mediterraneo fino al 904 queste cifre riescono un po' più alte.

Spesa di Trazione a vapore in lire				
Materie	Locomotiva		Automotrice	
	Per locomotiva chm.	Per treno chm.	Per locomotiva chm.	Per treno chm.
Combustibile (1) . . .	0,4127	0,5608	0,2599	0,2741
Materie grasse . . .	0,0137	0,0187	0,0108	0,0114
Illuminazione	0,0023	0,0032	0,0015	0,0016
	0,4287	0,5827	0,2722	0,2871

Dalla tabella si trae che la spesa media complessiva per locomotiva e automotrici risulta:

	Per locom: chm.:	Per treno chm.:
Combustibile	0,4118	0,5585
Materie grasse	0,0137	0,0186
Illuminazione	0,0023	0,0032
	0,4278	0,5803

(1) Per rispondere al particolare dubbio fattomi presente da qualche autorevole collega sul modo di valutazione del combustibile nelle statistiche delle Ferrovie dello Stato, mi fo premura di luneggiare che la maggiore attendibilità si può attribuire alle cifre stesse.

Come risulta dalla Relazione delle Ferrovie dello Stato per l'esercizio 1910-1911, il prezzo medio del carbone a bordo nei porti italiani, risulta:

pel carbone grosso	L. 26.75
per le mattonelle estere	» 26.20
per le mattonelle nostrali	» 29.12

e cioè in media L. 2.79 in meno sui prezzi dei bollettini commerciali del mercato di Genova.

Il costo di magazzino dell'Amministrazione, per l'addebito al personale di macchine, caricato cioè sui tender delle locomotive, come risulta da dati precisi a me forniti dai competenti uffici, fu:

pel carbone grosso	L. 33.00
per le mattonelle	» 36.00

Per gli usi della trazione il carbone è in media impiegato pel 55 %, le mattonelle per il 45 %, onde il prezzo medio per tonnellata di combustibile, per l'esercizio 1910-11, risultò:

pel carbone grosso	L. 18.15
per le mattonelle	» 16.20

Totale L. 34.45

Con questo prezzo, poichè il consumo di combustibile medio chilometrico riesce all'incirca di 70 grammi, si ha una conferma del prezzo di esercizio medio per Km. Tonn., come si illustra in seguito.

Sempre compulsando la relazione suddetta si ritrovano gli altri due dati seguenti per le medie dei carichi in tonnellate rimorchiate per chilometro virtuale:

Tonnellate 189,8 per locomotive;

» 216,4 per treno.

Questi carichi è utile riferire al Km. reale e non a quello virtuale, e, poichè si può adottare un coefficiente dell'1.29 circa per la conversione relativa (1) per avere i detti carichi rapportati al chilometro reale basta moltiplicare pel detto coefficiente i carichi stessi, che risultano rispettivamente di Tonn. 244.84 e Tonn. 279.12.

In base ai dati innanzi riportati, raffrontando la spesa complessiva media della trazione vapore per Km. reale, ai carichi rimorchianti per locomotiva e per treno Km. reali, si può ritenere che per la trazione a vapore sulle Ferrovie dello Stato il costo per combustibile lubrificanti e illuminazione riesca mediamente di:

$$\frac{0,4278}{244,84} = \text{L. } 0,00175 \text{ per tonn. kilom.}$$

se ricavato prendendo a base i carichi medi per locomotiva, e di

$$\frac{0,5803}{279,12} = \text{L. } 0,00208 \text{ per tonn. kilom.}$$

se ricavato prendendo a base i carichi medi per treno.

Non è luogo qui per discutere le ragioni della differenza che si rivela fra le due cifre di costo unitario. Con sufficiente approssimazione tenuto conto delle osservazioni già fatte, si potrà con tranquillità ritenere come media generale di costo della trazione a vapore quella più alta, e cioè L. 0,00208 per tonn.-chm. reale.

(1) Dallo specchietto che segue per le percorrenze reali e virtuali prospettate per la sola trazione elettrica si può ricavare un tale coefficiente utile al riguardo. Mi è stato dato però di accertare che il coefficiente medio relativo per le percorrenze di tutta la rete italiana riuscì appunto per lo scorso anno di esercizio di 1.292.

3. Per ciò che riflette la trazione elettrica si hanno pel 1910-1911 solamente i seguenti dati riassuntivi di spesa, poichè pei Giovi nulla è stato pubblicato ufficialmente di particolare:

TONNELLATE-CHILOMETRI		Consumo di energia in watt-ora per tonnellata chilom.		SPESA PER TONNELLATA-CHILOMETRO					
				di esercizio		Quota interessi ed ammortamento del capitale di impianto		TOTALE	
reali	virtuali	reale	virtuale	reale	virtuale	reale	virtuale	reale	virtuale
Linee Valtellinesi									
119,962,910	145,077,926	51	42,5	0,00368	0,00304	0,00266	0,00220	0,00634	0,00524
Linee Varesine									
137,904,052	167,097,139	46	39	0,00689	0,00566	0,00470	0,00388	0,01159	0,00954

Da questi dati ben poco si ricava per poter ottenere il costo dell'energia in centrale.

Questo elemento occorre per un primo giusto paragone con la *spesa di energia or ora ricavata per la trazione a vapore*, e poi poter analizzare tutti gli altri fattori.

Esclusa la spesa di personale per l'esercizio treni, che non può essere di molto diversa nei due sistemi, rimangono quella del costo suddetto dell'energia, la quale può dirsi semplicemente di trazione per tonn. chilom.; poi quella per la manutenzione dei materiale; e quella di manutenzione delle linee, per la quale ultima va poi considerata in più rispetto alla trazione a vapore, appunto la particolare spesa di impianto e relativo ammortamento.

Le spese di esercizio come sono date nella ripetuta tabella comprendono — come ho potuto ufficialmente sapere — non solo quelle delle centrali, ma anche quelle delle sottostazioni, linea, locomotori, ecc. E così le quote di ammortamento comprendono gli elementi relativi, oltre che alle centrali, a tutto l'altro materiale fisso delle linee ed a quello mobile di trazione.

La ricerca che interessa bisogna dunque farla per altre vie.

4. Si può rilevare intanto come effettivamente, in armonia alla dichiarazione stessa delle Ferrovie Statali, il servizio delle Varesine riesca oneroso per le condizioni speciali della centrale di Tornavento, poichè per esse si ha una spesa totale per tonn. chilom.

di L. 0,01159, mentre per le Valtellinesi, dove il profilo della linea è abbastanza vario ed accidentato, come in maggior parte delle linee italiane, si ha invece un costo per tonn. chilom. di L. 0,00634.

Ciò che riesce utile di rilevare è che pei due esercizi, in centrale si hanno le seguenti medie pei relativi consumi:

46	WO.	per	Tonn.	chm.	reale	}	Varesine
39	"	"	"	"	virtuale		
51	"	"	"	"	reale	}	Valtellinesi
42,5	"	"	"	"	virtuale		

Tali consumi medi, computati in centrale possono essere oggetto di lunghe discussioni, poichè vi è chi ha calcolato e previsto medie minori (1), e chi come l'ing. Kando della Westinghouse, ha sostenuto da tempo per essi il vantaggio dei recuperi e da altri messi in dubbio.

Dalla pubblicazione dell'ing. Donati riflettente un efficace paragone fra l'esercizio dei Giovi e quello del Lötscheberg, risulta che ai Giovi si sarebbero avuti i seguenti consumi:

nelle prove	WO.	per	Tonn.	Chm.	22,3;
nell'esercizio	"	"	"	"	29 ÷ 30 senza ricupero;
"	"	"	"	"	21,5 co' ricupero.

Questi consumi, che devono ritenersi misurati sui locomotori, senza far torto ad alcuno devonsi considerarsi alquanto ottimisti, perchè riferiti a speciali periodi di esperimento (2).

Tale convincimento si può avere paragonando le dette cifre a quelle tolte dalla Relazione delle Ferrovie dello Stato di sopra già accennate.

Ed è bene notare che nell'a più volte ripetuta relazione sta scritto:

«Stante il breve periodo di esercizio e date le condizioni proprie di ogni impresa al suo inizio, non è consentito di riassumere nella presente relazione gli elementi statistici di consumo e di spesa, per

(1) *Zeit - Verein - Dult Zy* - 1900 pag. 1249.

(2) Al momento di dare alle stampe queste fuggevoli note vedo pubblicate delle notizie circa il: «Fabbisogno di energie per la trazione elettrica sul Gottardo» per le quali risulta che l'ing. Kummer appunto pei risultati dei Giovi fissa i consumi medi in centrale del 59 WO per tonn. chm. e senza ricupero, e 41,5 col ricupero. (*V. Schweizerische Bauzeitung* - 9-3-912).

« la trazione elettrica sulla linea dei Giovi, ciò che si potrà fare « nella relazione del prossimo anno ».

Per la conclusione cui debbo pervenire, onde poter dare ragioni del mio ordine del giorno, si può accettare anche il massimo dei consumi, e cioè quello di 51 W.O per Tonn. chm. reale.

Il corrente esercizio della grande trazione elettrica dimostrerà, come avviene per quell'a a vapore, che il dato teorico di consumo di energia, e quello ottenuto dei periodi di prova, riescono sempre molto inferiori a quelli di esercizio normale; sicchè, avendo ritenute le linee Valtellinesi paragonabili al medio andamento della intera rete italiana, l'assumere a 51 W.O significa mettersi in possibili condizioni di paragone coi risultati medi di costo generale della trazione a vapore come si è già riportato.

5. Le cifre esposte nella tabella ripetuta delle Ferrovie dello Stato, L. 0,00634 per le Valtelline, e L. 0,01153 per le Varesine riferentisi al costo totale per Tonn. chm. della trazione elettrica, comprendono come ho accennato il costo di energia in centrale, del personale di servizio ai treni, nonchè l'ammortamento dei materiali delle linee, del materiale rotabile, e delle centrali.

Se si volessero da esse trarre i costi per Kwo si avrebbero le cifre seguenti:

$$L. \frac{0,00634}{6,051} = 0,12 \text{ per le Valtelline; e,}$$

$$" \frac{0,01159}{0,046} = " 0,26 \text{ per le Varesine}$$

per le quali mal si potrebbero istituire degli utili paragoni.

Occorre invece di poter sapere qual sia il *costo dell'energia* vero e proprio, ossia generata e fornita in centrale per il trasporto di una Tonn. chm. reale, nel caso della trazione elettrica, rispetto a quello che si ha già per il combustibile, la lubrificazione e la illuminazione della trazione a vapore, e poi esaminare gli altri fattori di natura diversa pei due sistemi.

Dati ufficiali non si hanno, ma, come ho accennato ho motivo di poter asserire che i costi dell'energia in centrale per Kwo riescono di circa:

L. 0,07 per le Valtelline

" 0,09 " " Varesine.

Ora, assumendo il prezzo più basso di L. 0,07, ed il consumo di 51 W.O si avrebbe una spesa media per sola energia di:

L. 0,00357 per Tonn chm. reale

la quale paragonata a quella media più alta già calcolata per la trazione a vapore di:

L. 0,00208

riuscirebbe *ancora molto alta*.

Se però si tiene conto di tutte le speciali condizioni in cui si esercitano le ferrovie valtellinesi, con centrale più potente dell'attuale bisogno, e se si rammenta che le Ferrovie dello Stato possono avere energia fino a L. 0,04 al Kw., fornita da imprese private, allora il costo della energia per la trazione elettrica non riesce così sensibilmente superiore a quella della trazione a vapore.

Tale costo difatti riuscirebbe di sole L. 0,00204 se si assumono i 51 W.O per l'energia media necessaria ed il prezzo di L. 0,04 per Kw. per l'energia fornita in centrale.

Si può concludere quindi su questo primo punto che a parte le sottigliezze di analisi più minute del problema, dal punto di vista del costo dell'energia, la grande trazione elettrica può essere perfettamente paragonabile a quella a vapore e di questa riuscire anche più economica. Se dunque per i saggi esperimenti fatti, per la tecnica speciale acquisita, com'è da prevedersi, il consumo medio di energia per Tonn. chm. sulle nuove linee da elettrificare si saprà far scendere ad un valore più basso di quello finora realizzato, la convenienza relativa riuscirà più nettamente delineata. Ciò tanto più quando si pensa, che con la giudiziosa utilizzazione delle potenze massime delle centrali idroelettriche e termoelettriche, e coll'allargamento degli impianti, il costo dell'energia elettrica potrà subire riduzioni sensibili.

6. Tolto il costo dell'energia spesa, possono rimanere dei dubbi circa le varie influenze degli altri importanti fattori che si connettono ai due sistemi di trazione. Cercherò di fare un rapido esame anche di essi.

La prima osservazione che si può fare, è forse quella che, la spesa di manutenzione del materiale di trazione a vapore — più specialmente pel fatto della conservazione e del ricambio delle caldaie, dei cilindri, dei distributori e dei meccanismi, ora molto complessi, d'in-

versione di movimento, dovesse riuscire molto più forte di quella pel materiale di trazione elettrica, come del resto sembra nel fatto.

Nell'anno 1910-1911 le Ferrovie dello Stato hanno speso per riparazioni ai rotabili (1) a vapore:

Locomotive, tenders ed automotrici .	L. 18.905.568,26
Caldaje »	10.203.081,80

Totale L. 29.108.650,06

e, per riparazioni ai materiali elettrici sono occorsi:

Locomotori elettrici ed automotrici . .	L. 278.775,19
Apparecchiature elettriche per detti . . »	169.908,09

Totale L. 448.683,28

Per poter fare un parallelo fra queste due cifre totali, ed in certo modo poter predire se la spesa di riparazione del materiale, quando la grande trazione elettrica si allargasse sempre più, diminuirà o pur no, un certo raffronto può ottenersi riferendo le dette spese totali rispettivamente alle totali percorrenze pel 1910-1911; la spesa media per riparazioni, riesce perciò di:

$$= \frac{291,108,650,06 \text{ L.}}{147,234,968,00 \text{ km.}} = \text{L. } 0,198 \text{ per la trazione a vapore;}$$

$$= \frac{448,683,28 \text{ L.}}{2,785,318,00 \text{ km.}} = \text{L. } 161 \text{ per la trazione elettrica.}$$

Notando che la trazione elettrica per le Valtellinesi, Varesine e Giovi può dirsi in via di grande esperimento; sicchè, le spese di modifiche e ricambi possono essere state anche molto sensibili, forse si potrebbe presumere che il costo suddetto di L. 0,161 rapportato al Chm. Tonn. potrebbe, coll'allargato servizio elettrico, riuscire anche inferiore (2).

Ritenuto però tale coefficiente medio di L. 0,161, a voler misurare la sua influenza nelle possibili relative economie, si nota che

(1) Vedasi bilancio, Relazione citata, pag. 243, per spesa « Riparazioni rotabili » presso le officine delle Ferrovie dello Stato e private.

(2) Non è a pensare da mia parte che le dette cifre per spese di riparazioni non siano sinceramente esposte nel bilancio delle Ferrovie dello Stato.

se tutta la rete fosse esercitata elettricamente ne risulterebbe una minore spesa rispetto all'attuale per la trazione a vapore di circa cinque milioni, quindi, se si possono non avere grandi preoccupazioni per una più forte spesa di manutenzione del materiale elettrico motore, rispetto a quello a vapore, non si possono neanche fare larghe previsioni di eccessive economie.

Così forse pure potrebbe pensarsi a qualche forte economia, per la diminuzione possibile del servizio di rifornimento d'acqua, necessaria alla sola trazione a vapore.

Per esso si sono spese nel 1910-911 L. 2.431.235,28; si nota che, anche con un completo servizio di trazione elettrica, questa spesa non sparirebbe del tutto, e, se anche foss di molto attenuata quando tutta la rete fosse esercitata elettricamente, al massimo, per la diminuita spesa di riparazione locomotori, e per la riduzione in totale del servizio rifornimento acqua, si potrebbe contare sopra una economia complessiva di 6 a 7 milioni.

Ora, poichè pel 1910-911, per la intera rete italiana si ebbe una *spesa totale* — combustibile, materie grasse, rifornimento acqua e riparazioni — di circa 100 milioni, per il confronto fra il costo della trazione a vapore e quella elettrica, la prima verrebbe a costare intorno al 5 al 6 % in più della seconda, aumento che, come vedesi, pur essendo lieve ed in parte discutibile, viene però a far diminuire sempre più le preoccupazioni che si hanno da molti pel confronto a favore della trazione elettrica.

Ammesso dunque che, con un prezzo ragionevole dell'energia elettrica in centrale, compreso in esso le relative spese di ammortamento dell'impianto generatore, la spesa di manutenzione del materiale locomotore non può condurre a disquilibrii forti, e che le relative quote di ammortamento e le spese di personale di esercizio nei due sistemi non possono riuscire fortemente disparate; rimane la sola questione della maggiore spesa dell'impianto linee elettriche e delle relative quote di esercizio ed ammortamento.

La questione è così, come vedesi, circoscritta in termini modesti, e l'influenza dei vari fattori, scelti in modo da potersi riferire ai dati di esercizio delle Ferrovie dello Stato, è bene delineata.

Non mi è stato dato di avere un dato ben sicuro delle quote di ammortamento per lo impianto delle linee elettriche nelle Ferrovie dello Stato, e così per le spese di manutenzione delle linee stesse.

Per la prima non si possono avere forti spostamenti nelle con-

siderazioni fin qui fatte, e non mi pare perciò utile di dilungarmi in altre analisi di cifre speciali.

Per la seconda noto che dal citato bilancio 1910-1911 nel capitolo « Manutenzione linee » si trova prospettata una spesa di L. 54.844,48 per « Impianti fissi trazione elettrica », cifra ben modesta pur rapportata alle linee ora elettrificate, che non può spostare neanch'essa il ragionamento fatto.

Il minor costo dell'energia elettrica, la eventuale minore spesa di riparazione per locomotori, potranno ben equiparare le dette due maggiori spese, od almeno non condurre a forti squilibri fra il costo totale per il trasporto di una Tonn. chm. coi due sistemi di trazione considerati.

La relazione delle dette Ferrovie dice benissimo che nei futuri esercizi si potranno raccogliere elementi per un più sicuro esame, ed allora la discussione potrà riuscire più ampia; e, poichè, prima del 1916 la sede stradale della « Direttissima » non si annunzia pronta, Napoli ha tempo per poter studiare ancora il problema che tanto la riflette da presso.

I risultati segnalati dei prezzi di costo del Kw. per le Valtellinesi e Varesine, avrebbero bisogno di esser molto discussi e la discussione si dovrebbe connettere al modo col quale si esplica l'esercizio statale delle nostre Ferrovie; ma non è qui il caso di dilungarsi al riguardo di questo che è uno dei problemi più alti e più vivi che interessa l'economia generale della nazione.

Il possibile più basso prezzo dell'energia, la buona utilizzazione dei recuperi, la tecnica completamente acquisita e migliorata, potranno, d'ora in poi, rendere più sicuro il parallelo dei due metodi di trazione, tanto più che ad eguali condizioni di costo *l'utilizzazione delle energie idrauliche su le ferrovie è problema di utilità nazionale.*

III.

1. Giunti a questo punto, è bene ricordare che nella relazione delle FF. SS. dell'anno 1909-1910 è detto testualmente: « l'esercizio « di Stato, indipendentemente della questione delle spese si manifesta più adatto dell'esercizio privato, nello sviluppo delle risorse « del paese, non potendo esso imporsi dei limiti per i maggiori servizi che è chiamato a disimpegnare, nè impedire in via assoluta « l'attuazione di riforme vantaggiose pel pubblico, ciò che invece « avviene quasi sempre con l'esercizio privato, nel quale, quando

« l'aumento di traffico provoca spese sproporzionate, perchè i mezzi « di esercizio — impianti e rotabili — sono insufficienti a servirlo, le « Società esercenti, per l'economia delle proprie aziende sono obbligate di frenare i rapidi aumenti che ne derivano ai coefficienti di « spesa ».

Il coefficiente di esercizio delle nostre Ferrovie, senza contemplare le spese così dette complementari, fu del 75,82 % nel 1910-1911 e con le spese complementari dell'80,32 %. Quando si pensa che il valore dei coefficienti delle passate Società riusciva inferiore al 70 % (1), si deve pur notare che le FF. SS. hanno, forse con troppa larghezza, cercato di soddisfare a tutte le esigenze del pubblico e assecondare lo sviluppo dei traffici vantaggiosi al paese.

Gli interessi del mezzogiorno d'Italia reclamano l'attuazione di un rapida via che congiunga Napoli alla Capitale. Tecnicamente il problema non offre difficoltà, e l'Amministrazione delle FF. SS., seguendo l'esempio di quelle società ferroviarie, che seppero lasciare ad essa in eredità gli impianti elettrici della Valtellina e delle Varesine, l'inizio del progetto per la elettrificazione del valico dei Giovi, della Roma-Frascati, della Roma-Albano, della Napoli-Castellammare, ecc., saprà certo, con quel tecnico ardimento, che ha sempre onorata l'ingegneria italiana, attuare il servizio elettrico sulla Roma-Napoli, per la quale non farà difetto l'energia idraulica.

Che se le spese di esercizio potranno ancora generare qualche preoccupazione, non per questo il coefficiente generale di esercizio delle FF. SS. potrà risentirne sensibile effetto.

Vedere di Uomini di Governo di popolo da lungo tempo domanda la elettrificazione della Roma-Napoli, per la quale ora, che il problema tecnico-economico riesce ben definito in tutte le sue parti, può aversi nuovo sprone a studiare ogni parte del problema in modo da dare ancora un esempio della sagacia italiana nel trovare, nei più ardui problemi, le migliori soluzioni.

Nella qualità d'Italiano di antico Ingegnere delle Ferrovie dello Stato, di modesto elettrotecnico diplomato fra i primi nella scuola che il prof. Grassi iniziò qui oltre 20 anni or sono, ed alla quale ora presiede il prof. Lombardi; nella qualità di insegnante del nostro Politecnico, io faccio voto che il generale desiderio del mezzogiorno d'Italia sia soddisfatto.

(1) Vedansi gli studi dell'Ing. A. Rossi, del 1893 fatti per conto del Ministero dei LL. PP. e le risposte delle Società allora esercenti.

DISCUSSIONE

Bonghi di accordo col prof. *Ragno* trova eccessivi i costi di L. 0,07 e 0,09 del KWO in centrale, rispettivamente per le ferrovie valtelinesi e varesine, e si compiace che industrialmente il maggior numero delle Società produttrici di energia elettrica sappia e possa ottenerla a prezzi più bassi, ove si tratti di quantità dell'ordine di quelle necessarie per esercizi ferroviari importanti.

Ragno risponde che quei costi sono così elevati a cagione di varie imperfezioni inevitabili con le condizioni di esercizio delle centrali, che, per far fronte a probabili intensificazioni di servizio, sono state progettate di potenza assai superiore a quella che sarebbe necessaria per l'attuale esercizio. Del resto tali costi non entrano direttamente nella questione della direttissima, giacchè non formano la base del ragionamento esposto, al quale anzi restano estranei nel seguito.

Egli per altro, sentendosi quasi ancor legato alla Amministrazione delle Ferrovie dello Stato, non vuol sottilizzare sopra un argomento che condurrebbe a delicate osservazioni di merito circa il modo di esercizio tecnico delle ferrovie, per il che ebbe a sostenere non poche volte discussioni coi suoi passati superiori, a cui lo attacca ancora il sentimento affettuoso che unisce i tecnici della grande famiglia ferroviaria. I dati accennati non hanno la sanzione dei documenti ufficiali, ed è bene attendere le future relazioni annuali delle Ferrovie dello Stato per parlarne, se del caso.

Il paragone fra il costo della trazione a vapore e di quella elettrica si deve fare essenzialmente, partendo dal criterio della quantità di energia necessaria pel trasporto con la trazione elettrica: tale energia per le valtelinesi è di 51 WO in centrale per tonnellata-chilometro reale, 46 per le varesine; anche assumendo il più alto di questi due valori, e poichè non sarà difficile avere per la direttissima l'energia elettrica al prezzo di L. 0,04 al KWO, risulterebbe un costo di L. 0,00204 per tonnellata chilometro, che può benissimo stare a confronto con quello di L. 0,00208 che risulta per la trazione a vapore dalle statistiche più recenti; il confronto poi riesce

a tutto vantaggio della trazione elettrica quando si pensa alle spese accessorie, le quali per adesso non si possono tradurre in cifre con sicurezza, ma che certamente per la trazione elettrica non riusciranno molto più alte di quelle relative alla trazione a vapore, specialmente se un vero criterio industriale si saprà all'uopo applicare.

Grassi è lieto di avere dato incentivo ad una così ampia ed esauriente discussione sull'importante argomento, e si associa ai ringraziamenti già fatti dal Presidente al conferenziere.

Vallauri ritiene che il coefficiente di carico assai variabile delle ferrovie Valtellinesi sia uno dei principali motivi pel quale il costo dell'energia in centrale risulta elevato.

Lombardi aggiunge che un altro motivo per cui si diminuisce la economia dell'esercizio in Valtellina è il collegamento in cascata dei due motori in ogni locomotore, e la regolazione mediante le resistenze che si effettua nei lunghi percorsi a velocità ridotta e negli avviamenti.

Sulla linea del Sempione, che dà un rendimento migliore, la variazione di velocità si ottiene facendo variare il numero di poli dell'induttore con un diverso aggruppamento degli avvolgimenti.

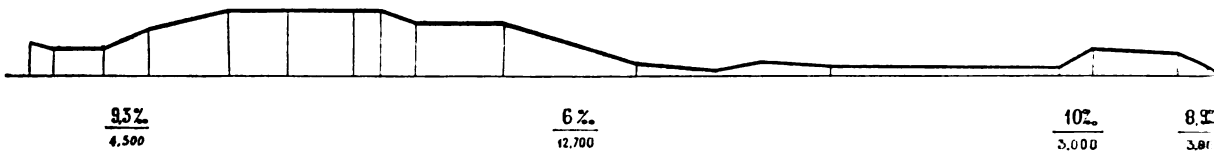
Ragno rispondendo ai proff. Vallauri e Lombardi ritiene perfettamente giuste le loro considerazioni, ma ripete come espose nella sua conferenza, che molte speciali considerazioni si possono fare al riguardo, il che farebbe deviare la discussione, la quale deve rimanere nei suoi termini generali. I vari tecnici valorosi, successivamente preposti alla direzione dell'esercizio elettrico per le Ferrovie dello Stato, hanno già saputo dare esempio brillante della loro avvedutezza tecnica; cessato il primo periodo di esperimento, essi hanno ora elementi per migliorare e correggere, e sapranno certo, nelle future installazioni, dar prova luminosa dell'intelligenza tecnica italiana; sicchè si augura di poter riprendere l'argomento quando, negli anni avvenire le relazioni ufficiali avranno forniti mezzi per un esame più ponderato della questione, che dai soci dell'A. E. I. dev'essere sempre guardato colla massima serenità.

Il Presidente mette a voto l'ordine del giorno presentato dal prof. Ragno.

L'ordine del giorno è approvato all'unanimità.

„DIRETTISSIMA”

ROMA

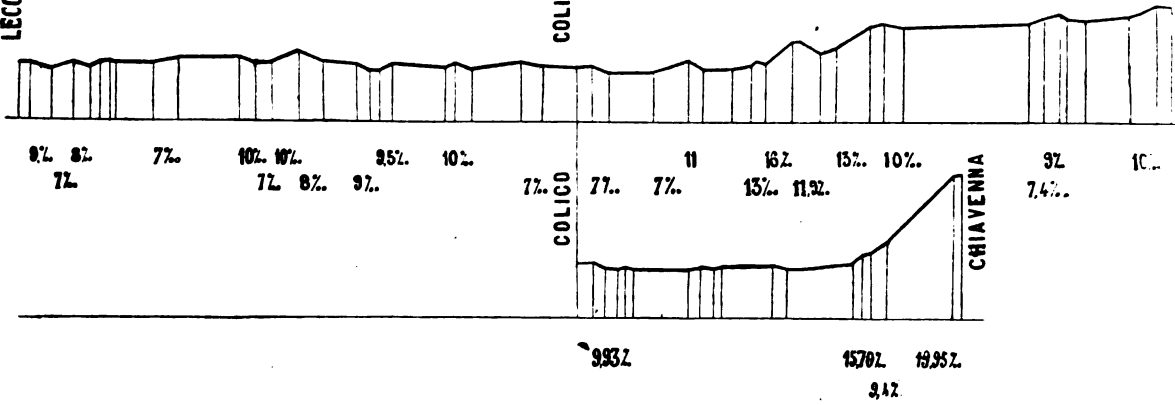


LINEE VALTELLINESI

LECCO

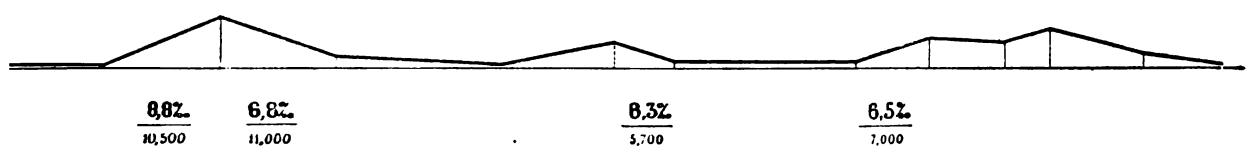
COLICO

SONDRIO



ROMA-NAPOLI

NAPOLI



N. 4.

COMPENSAZIONE
IN SERIE DEI CONTATORI MOTORI
A CORRENTE CONTINUA

*Comunicazione fatta dal Socio Ing. A. SAVINO alla Sezione di Napoli
il 13 Giugno 1912*

Allo stato attuale della tecnica, mentre nuovi principii ed applicazioni hanno apportati degli enormi progressi nella produzione e distribuzione dell'energia elettrica, il contatore conserva ancora, almeno in parte, parecchi dei suoi difetti originarii, ossia:

1. Limitata sensibilità a piccoli carichi;
2. Inesatta indicazione del consumo;
3. Suscettibilità di frodi.

Correggere o ridurre al minimo tali difetti è problema che tutti gli esercenti imprese elettriche devono affrontare e risolvere nella maniera più opportuna.

Anch'io ho dovuto rivolgere a tale scopo i miei modesti sforzi e, fortunatamente, in molti casi mi è riuscito trovare una adatta soluzione.

Scopo della presente comunicazione è appunto quello di riferire sugli studii fatti ed i risultati ottenuti per aumentare la sensibilità dei contatori, e più specialmente di quelli a motore a corrente continua, a piccoli carichi.

Sono noti i principi e la costituzione di questi apparecchi: il campo principale è prodotto da spire in serie col circuito di utilizzazione; su questo è derivato l'indotto, che ha in serie, oltre la necessaria resistenza addizionale, una speciale bobina di compensazione, che produce un campo supplementare al fine di equi-

librare in gran parte il momento delle resistenze passive, e permettere quindi l'avviamento del rotore a piccolissimo carico.

Ora gli inconvenienti principali di tale compensazione sono i seguenti:

a) Una sopraelevazione di potenziale non eccessivamente forte, quale si verifica sovente nelle reti di distribuzione comunque ben regolate, se la sensibilità era stata portata al limite estremo,

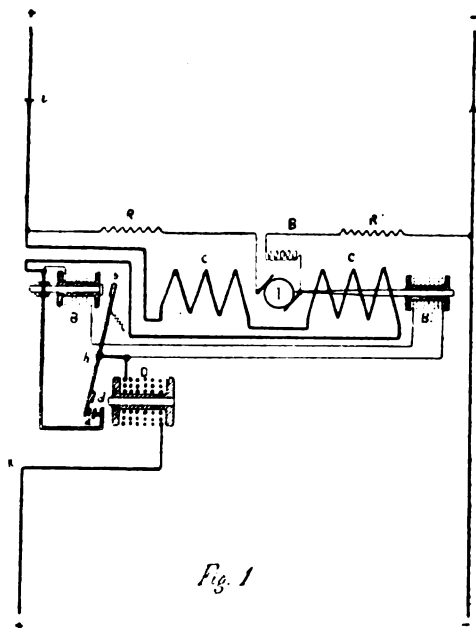


Fig. 1

produce di conseguenza la *messa in moto a vuoto* del rotore, nè ad evitare ciò sono sufficienti i freni magnetici o d'altro genere in uso.

b) Una diminuzione di tensione porta d'altro lato una diminuzione di sensibilità.

Nella pratica la sensibilità non si spinge generalmente oltre il 2 % della portata massima del misuratore ed essa, data l'estrema delicatezza di costruzione, va, col tempo, generalmente modificandosi in peggio.

Intanto rendere sensibile un misuratore al 2 % del carico massimo, significa, per citare un esempio, consentire che un misuratore da 100 ampères a 220 Volts con 440 watt, ossia con 22 lampadine a filamento di carbone da 5 candele, resti fermo.

Ora se si pensa ai sottili e qualche volta geniali artifici che alcuni utenti pongono in opera per sfuggire al pagamento di quell'energia che serve ad illuminare le loro case e rendere più comoda la loro vita e più facili i loro commerci, allo elevato rendimento delle lampadine a filamento metallico entrato ormai nell'uso comune, ed alle condizioni di funzionamento della maggior parte degli impianti presso gli utenti, si comprenderà facilmente che la suindicata limitazione origina danni gravi per le imprese elettriche.

D'altro lato, il miglioramento della sensibilità dei contatori, oltre i fatti esposti, un altro ne apporterebbe di tale importanza

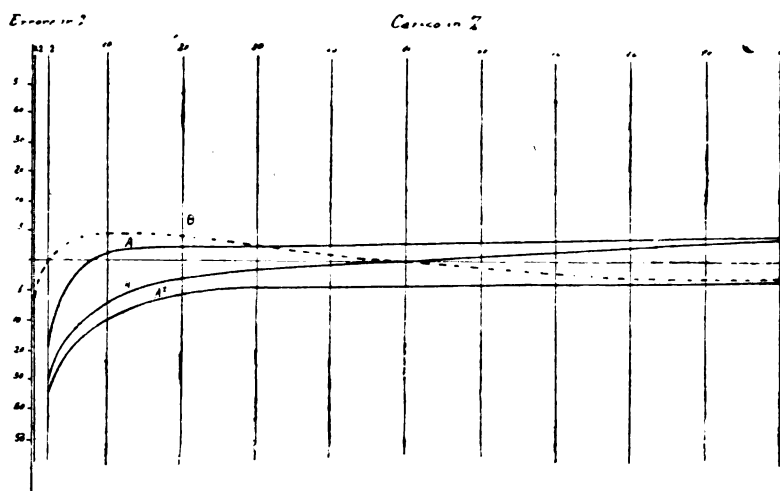


Fig. 2

da non essere trascurato, chè influisce direttamente sul criterio da adottare nella loro taratura ed indirettamente sulla tarifficazione dell'energia.

Esperienze da me eseguite su vasta scala, sia in laboratorio che presso gli abbonati nella pratica corrente d'esercizio, hanno dato per risultato che, secondo i criteri adottati nella taratura, in generale e nei casi normali, per i misuratori costruiti attualmente dalle varie Ditte, la curva di errore ha l'andamento di una delle 3 segnate a tratto pieno nella fig. 2 ed indicate con le lettere A, A₁ e A₂. Fra le tre curve evidentemente è da preferirsi, per criterio di equità, quella indicata con A. Ora esaminando questa curva si notano i seguenti fatti:

1. Che per i primi carichi a cui è sensibile l'apparecchio l'errore è in media del 30 % in meno.

2. Che con piccoli carichi il misuratore segna sempre in meno.

3. Che con carichi forti il misuratore segna sempre in più.

Le conseguenze che ne derivano sono evidentemente le seguenti:

a) In molti impianti nei quali nelle condizioni ordinarie viene usato un carico di poco maggiore a quello minimo per cui il misuratore è sensibile, il costo dell'energia per l'utente viene a ridursi a circa il 70 % del normale.

b) In generale il piccolo consumatore paga il Kw-ora ad un prezzo minore di quello che paga il forte consumatore.

Nel caso invece, in cui si possa spingere la sensibilità a valori piccolissimi, è possibile regolare le cose in modo da rendere praticamente e facilmente realizzabile una curva di errore che abbia un andamento simile a quella indicata con B nella stessa fig. 2, dalla quale risulterebbe:

1. Errore quasi nullo per il più piccolo carico realizzabile nelle condizioni normali di funzionamento.

2. Errore in più a piccoli carichi ed in meno a forti carichi, per cui sarebbe invertita la condizione b) innanzi detta, e quindi risulterebbe una condizione di cose certamente più equa e che si applica, del resto, in tutti i sistemi razionali di tarifficazione.

Un altro fatto importantissimo è il seguente: un contatore che potesse essere reso sensibile per valori piccolissimi della corrente di consumo, diventerebbe un costante verificatore delle condizioni d'isolamento degli impianti di utilizzazione, con l'aggiunta che, segnando l'energia erogata anche per piccoli difetti degli impianti stessi, obbligherebbe gli utenti ad avere maggior cura dei loro impianti ed eviterebbe quindi molte noie alle Società esercenti.

Per queste ragioni mi ero preposto di ricercare un mezzo che aumentasse la sensibilità dei misuratori senza il pericolo della marcia a vuoto.

Postomi il problema venne l'idea che il campo supplementare potesse essere prodotto dalla stessa corrente di consumo, lasciandolo agire soltanto fino ad un certo limite oltre il quale la marcia normale del misuratore fosse assicurata.

Il problema, per quanto di facile enunciazione, si presenta abbastanza difficile nella pratica soluzione.

Dopo alcuni tentativi ho potuto però costruire un apparato adatto allo scopo, di dimensioni tali da essere applicato all'interno di un contatore da 25 amperés a 220 volts Modello G. Z. 5 della Ditta Siemens-Schuckert, a doppia tariffa, ossia di un contatore che di spazio libero poco ne aveva.

Lo schema del misuratore con l'apparato ausiliario annesso è indicato nella figura 1.

I m rocchetti B' B'_1 e D sono in serie fra loro e con gl'induttori C C .

Fra i due B' e D trovasi il bilanciare h portante agli estremi le ancorette b e d ; detto bilanciare è tenuto in posizione di equilibrio dalla molla m .

Fra i nuclei delle bobine B' e B'_1 , in ferro di sezione appropriata, come più innanzi si dirà, è lasciato un interferro tale da permettere all'indotto I di rotare, ed il campo prodotto dalle B' B'_1 è concordante con quello principale prodotto da C C .

Ora fino a che la corrente di utilizzazione i non supera un certo valore, stabilito in precedenza e dipendente da tutto l'insieme dell'apparecchio il suo percorso è il seguente: A C C B' B'_1 D K perchè le ancorette b e d non vengono attratte dai relativi magneti. Al campo C C si aggiungerà quindi quello B' B'_1 .

Allorquando però la i avrà oltrepassato il valore stabilito, l'ancoretta b sarà attratta, e quindi anche la d , cosa che porta di conseguenza la chiusura dell'interruttore a e quindi la messa in corto circuito delle B' B'_1 attraverso al sostegno conduttore c ed a metà del bilanciare; in queste condizioni b non sarà più attratta da B' , ma d entrata nel campo d'azione di D sarà da questa attratta e con tanta maggior forza quanto maggiore sarà la corrente i .

Se la i diminuirà di nuovo, la molla m porterà il bilanciare nella posizione iniziale.

Nella costruzione del descritto apparecchio oltre a badare al fatto che l'azione di D nessuna diminuzione apportasse al moto del rotore ed oltre ai dettagli di costruzione, tre fatti importanti occorre studiare:

1. Che il campo supplementare fosse dell'efficacia voluta per piccolissimi valori di i e con limitate dimensioni di B' e B'_1 .

2. Che detto campo non aumentasse in modo molto sensibile con l'aumentare di i ;

3. Che nel passare sia di colpo che gradualmente dalla condizione di carico massimo a quella di carico minimo, nessun arco si sviluppasse nell'interno del contatore.

La prima condizione fu risolta con una forma adatta dal circuito magnetico delle B' , B'_1 , forma che si presta a raggiungere il massimo effetto.

La seconda condizione fu risolta in modo abbastanza soddisfacente portando il ferro delle B' , B'_1 a lavorare, per i minimi valori di i a cui deve essere sensibile il misuratore, nella ragione più appropriata della sua curva di magnetizzazione, compatibilmente alla funzione attrattiva di B' per un dato valore di i .

La terza condizione si verifica senz'altro anche nel passaggio del carico massimo al nullo, ovviando alla formazione dell'arco la derivazione stessa di piccola resistenza B' B'_1 .

L'apparecchio da me costruito, sebbene non abbia raggiunta la massima perfezione costruttiva dati i modesti mezzi a mia disposizione, applicato ad un contatore G. Z. 5 da 25 amperés a 220 wots permise di portare la sensibilità dal 2 % del carico massimo al 0.2 %.

Meno facile è proporzionare le diverse parti per i contatori di portata rilevante data la sezione che devono assumere le spire del rocchetto D .

Disponendo però di mezzi adatti ed applicando il principio ad un contatore con base e supporti appropriati, credo che si potrebbero adattare bobine sufficienti ai bisogni della pratica e capaci di azionare la leva d senza richiedere l'azione ausiliaria di B' ; ciò produrrebbe due fatti.

1. Migliorerebbe ancora la sensibilità col rendere meno discontinuo il circuito magnetico di B' B'_1 , risultando più piccolo l'interferro;

2. Permetterebbe di rendere il campo supplementare sensibilmente costante per i valori di i compresi fra certi limiti, proporzionando la sezione del ferro di B' B'_1 , in modo da farlo lavorare già per piccolissimi valori di i nella regione della curva di magnetizzazione prossima alla saturazione.

L'applicazione del principio ai contatori a tre fili non è stata ancora da me studiata a fondo. Un modo da attuarla però s'intravede subito: basta avvolgere sulle B' B'_1 , altre spire in senso

inverso ed inserirle insieme ad un'altra bobina simile alla D nel polo negativo. Anzi, per contatori di piccola portata, sarà facile costruire una unica bobina D munita anch'essa di due sistemi di spire in senso inverso; è evidente che in tal caso l'interruttore a dovrà essere bipolare per mettere contemporaneamente in corto circuito i due avvolgimenti delle B' B'' .

Per misuratori di portata rilevante la soluzione più semplice ed economica consisterà forse nel piazzare le bobine D e l'interruttore a in apposita scatola separata dal contatore.

E qui è d'uopo rispondere ad una probabile obiezione; quella cioè, che nell'applicazione del principio, così com'è esposta, viene ad aumentarsi la delicatezza di tutto l'apparecchio per l'inserzione di un interruttore automatico. Ora se si pensa alla delicata costruzione di quasi tutti gli organi di un contatore, ben si vede che l'aggiunta di un interruttore automatico poco male aggiunge e se si tien conto che non è necessaria un'assoluta esattezza nella taratura di esso interruttore — giacchè è solo necessario che funzioni entro certi limiti della corrente — il poco male si riduce addirittura ad una cosa trascurabile.

In quanto al maggior costo che l'apparecchio apporterebbe al contatore, dall'esame delle parti che lo costituiscono è facile prevedere che, per una lavorazione in serie su vasta scala, esso non potrebbe rappresentare una percentuale molto sensibile dei prezzi attuali, mentre d'altro lato la utilità del fatto sarebbe tale da consigliare qualunque esercente a subire la maggiore spesa.

N. 5.**COMUNICAZIONE**
DEL COMITATO Elettrotecnico Italiano

Il Comitato Elettrotecnico Internazionale ha pubblicato in elegante veste tipografica una *Biografia di Lord Kelvin* nelle lingue inglese e francese. Essa è opera del prof. *Silvanus P. Thompson*.

La biografia stessa può acquistarsi al prezzo di L. 4.50 presso la Segreteria del Comitato Elettrotecnico Italiano, via S. Paolo, 10 Milano.

N. 6.**VERBALI DELLE SEZIONI****SEZIONE DI NAPOLI****VERBALE DELL'ASSEMBLEA DEL 21 MARZO 1912.**

La seduta è aperta alle ore 21.15.

Presiede il prof. Lombardi.

Sono presenti 35 soci.

Si legge e approva il verbale della tornata precedente.

Il prof. Lombardi comunica la deliberazione consigliare per la quale viene accettata la domanda d'ammissione a Socio del signor ing. Coppola Giovanni.

L'assemblea ne prende atto con compiacimento.

Il prof. Lombardi legge un telegramma del Presidente generale, che aderisce all'odierna manifestazione della Sezione per la questione dell'elettificazione della Direttissima, profferendo di sottoporre i risultati della discussione all'approvazione del Consiglio generale.

Prima di dare la parola al prof. Ragno, che ha accettato di riferire

intorno all'importantissimo argomento, richiama brevemente i precedenti della questione, per quanto a lui sono noti come antico Membro della Commissione Reale nominata con R. Decreto 20 luglio 1901 per lo studio delle Ferrovie Complementari, e, in particolare, come Membro della Sotto commissione speciale che ebbe ad occuparsi della Direttissima Roma-Napoli.

Dà poi ragione della riunione odierna, indetta dalla Presidenza per assecondare la iniziativa assunta da parecchi colleghi, e per offrire alla Sezione il modo di pronunziarsi sopra una questione che tocca da vicino i più alti interessi di Napoli e delle Province Meridionali.

Il prof. Ragno svolge in seguito la sua comunicazione che viene alla fine salutata da vivi applausi.

Il Presidente si rallegra con la Sezione per la bella relazione, e ringrazia vivamente il conferenziere.

Apri al riguardo la discussione, che sarà riportata negli Atti a seguito della comunicazione Ragno; ad essa partecipano i soci Bonghi, Grassi, Lombardi, Vallauri, a cui risponde il prof. Ragno, fornendo alcuni chiarimenti, e altri riservandosi di aggiungere nella pubblicazione definitiva.

L'ordine del giorno proposto dal prof. Ragno, in nome della Commissione all'uopo delegata dal Consiglio Direttivo, è approvato all'unanimità.

Il Presidente esprime il desiderio che altri Soci vogliano partecipare al ciclo di conferenze brillantemente inaugurato.

L'ing. Vallauri addita alcuni argomenti che hanno recentemente richiamato l'attenzione dei tecnici di questa regione nella esecuzione di impianti elettrici assai importanti, e manifesta il desiderio che essi vengano discussi dai tecnici medesimi colla loro ben nota competenza e con grande vantaggio di tutti gli altri.

Danno affidamento di tenere ulteriori comunicazioni i soci Bonghi, De Biase, Melazzo e Vallauri.

La seduta è tolta alle ore 23.

Il Segretario

M. MASSARI.

SEZIONE DI ROMA

ADUNANZA DELL'11 MAGGIO 1912.

ORDINE DEL GIORNO

1. — Comunicazioni della Presidenza.
2. — Ammissioni.
3. — Comunicazioni dei soci.
4. — Discussione della comunicazione del socio Prof. O. M. Corbino sulle
« Proprietà termiche ed elettriche dei filamenti metallici sottili ».

- 5 — Comunicazioni del socio Prof. Ing. U. Bordoni sopra i « Risultati dell'impiego dell'energia elettrica e del gas a scopo di illuminazione e di riscaldamento ».
6. — Comunicazione del socio Prof. Ing. G. Revessi sullo « Studio sperimentale della regolarità di marcia dei gruppi generatori ».

Presiede l'Ing. Ulisse Del Buono, Presidente della Sezione, il quale dopo aver dichiarata aperta la seduta, comunica all'Assemblea che il Ministero della Marina ha offerto il bronzo occorrente per il ricordo da collocarsi sulla tomba del Prof. Pacinotti Antonio al prezzo ridotto di L. 50 al quintale e che la Società Romana ha concorso con la cospicua somma di L. 200. Annuncia che sono pervenute altre offerte dal Ministero delle Poste e dei Telegrafi e dalla Ditta Fratelli Himmelsbach, Soci collettivi della nostra Sezione, e rinnova vivissime raccomandazioni ai soci tutti perchè contribuiscano alla sottoscrizione.

Comunica quindi l'ammissione dei nuovi soci Ing. Cascone Domenico ed Ing. Sebastiano Gilletta.

Annuncia infine che ha ritenuto opportuno d'inserire nell'Ordine del giorno un nuovo numero intitolato « Comunicazioni dei soci » che sarà riportato negli avvisi di convocazione di tutte le adunanze, allo scopo di dar modo ai soci di fare delle brevi comunicazioni e di dare delle notizie sopra argomenti interessanti.

Dà quindi la parola ai soci che intendano di parlare sopra questa parte dell'ordine del giorno.

Prof. G. Revessi. Riferisce su due note apparse recentemente sull'azione delle correnti vaganti sul cemento: la prima pubblicata sulla Rivista *Scientific American* dell'aprile scorso (pag. 354) riguarda i gravi danni riscontrati sui rivestimenti in cemento di gallerie e trincee ferroviarie in New York, danni che sembrano appunto dovuti all'azione della corrente; la seconda riassunta dal *Monitore Tecnico* di quest'anno (pag. 140) dal *Centralblatt der Bahnverwaltungen* riguarda l'iniziativa presa dalle Ferrovie dello Stato in Sassonia di studiare sperimentalmente l'azione delle correnti vaganti sul cemento armato ed i risultati ottenuti.

L'Ing. Revessi termina mettendo in rilievo l'importanza delle due notizie, e soprattutto il significato dell'iniziativa presa dalle Ferrovie di Stato tedesche.

Ing. Del Buono, Presidente, dopo aver ringraziato l'Ing. Revessi per le interessanti notizie comunicate, informa che il Prof. C. M. Corbino non ha potuto intervenire alla riunione perchè assente da Roma, e propone perciò la discussione sulla comunicazione del suddetto socio venga rimandata alla prossima adunanza. Tale proposta è approvata.

Il Presidente dà quindi la parola al Prof. Ing. Bordoni per la sua comunicazione.

Prof. U. Bordoni. Espone la sua relazione sopra i « Risultati dell'impiego dell'energia elettrica e del gas a scopo di illuminazione e riscaldamento » e termina vivamente applaudito dall'Assemblea.

Segue un'interessante discussione, alla quale prendono parte i soci Prof. Mengarini, Ing. Revessi e Ing. Del Buono.

Del Buono, Presidente, constata l'ora tarda, propone che lo svolgimento dell'ultima parte dell'ordine del giorno sia rimandata alla prossima riunione.

La proposta è approvata e la seduta è tolta alle ore 23.30.

ADUNANZA TENUTA IL 17 MAGGIO 1911.

ORDINE DEL GIORNO

1. — Comunicazioni della Presidenza.
2. — Ammissioni.
3. — Comunicazione del socio Prof. O. M. Corbino sulle « Proprietà termiche ed elettriche dei filamenti metallici sottili ».
4. — Comunicazione del socio Prof. Ing. Ugo Bordoni sopra i « Risultati dell'impiego dell'energia elettrica e del gas a scopo di illuminazione e riscaldamento ».

Presiede l'Ing. Ulisse Del Buono, Presidente della Sezione, il quale dopo aver dichiarata aperta la seduta, comunica l'ammissione dei nuovi soci: Angelini, Ardito, Corradini, Cortivo, L'Abbate, Motti, Rayneri, Rossetti, Sacerdote, Scherbel, Vanni ed il passaggio alla nostra Sezione dei soci Melisurgo e Macola.

Dà quindi relazione della gita sociale a Terni compiuta nei giorni 28 e 29 aprile per la visita degli importantissimi impianti idroelettrici della Società Italiana del Carburato di Calcio, delle Acciaierie e della Fabbrica d'Armi, facendo un cenno delle più importanti cose vedute.

Raccomanda quindi vivamente a tutti i soci di fare una attiva propaganda affinché la sottoscrizione per il ricordo in bronzo da collocarsi sulla tomba del compianto Prof. Antonio Pacinotti, indetta dalla Presidenza Generale, riesca un degno attestato di ammirazione verso l'illustre Estinto. Dà infine la parola al socio Prof. O. M. Corbino per la sua comunicazione.

Prof. O. M. Corbino. Espone la sua relazione sulle « *Proprietà termiche ed elettriche dei filamenti metallici sottili* » e termina vivamente applaudito dall'Assemblea.

Segue quindi la discussione alla quale prendono parte vari soci.

Del Buono, Presidente. A causa della tarda ora propone di rimandare il seguito della discussione sull'interessante argomento, e la lettura della comunicazione del Prof. Bordoni alla prossima adunanza.

La proposta del Presidente viene approvata dall'Assemblea, e la seduta è tolta alle ore 23.30.

Il Segretario

A. CARLETTI

Il Presidente

U. DEL BUONO.

N. 7.**RECENSIONI**

(I recensori non assumono alcuna responsabilità delle affermazioni e dei giudizi contenuti negli articoli riassunti).

Elettrotecnica

J. A. HARKER: *Correnti elettriche dal carbone ad alte temperature.* —
— (The Electrician, 22 marzo 1912).

Per la costruzione di un forno ispirato al medesimo principio della lampada Nernst, cioè sulla conducibilità elettrica ad alta temperatura di talune sostanze, specialmente ossidi di terre rare, l'A. si servì di tubi di ossido di zirconio mescolato con una piccola quantità di ossido di ittrio. Dopo circa sei mesi di funzionamento, questi tubi erano diventati quasi trasparenti; si volle allora utilizzare tale fenomeno per fabbricare mediante alte temperature materiale refrattario per illuminazione a gas, ma durante questi tentativi, intervennero altri fenomeni: in luogo della primitiva bianchezza e durezza, i tubi di ossido di zirconio dopo la cottura mostravano una specie di carbonizzazione e di friabilità per un certo spessore al disotto della superficie esterna, prospiciente le pareti di carbone del fondo. Invece la superficie interna del tubo, benchè liberamente aperta all'atmosfera della fornace, era meno alterata. Sembrava dunque che particelle di carbone, forse elettrizzate, staccandosi dalle pareti del forno, si depositassero sul materiale refrattario del tubo, attraversando uno spazio di 5 mm. e più.

La ricerca delle cause di questo fenomeno forma oggetto del presente studio, compiuto dall'Autore insieme col Dott. G. W. C. Kaye.

Le esperienze che verranno descritte furono eseguite mantenendo pressione atmosferica nel forno, usando corrente alternata come sorgente di calore, e impedendo l'accesso libero dell'aria nell'interno del forno. Nella fornace di carbone erano due elettrodi anche di carbone, isolati e tenuti a una certa distanza, uniti estremamente ad una batteria e ad un amperometro. Servendosi inoltre di un pirometro ottico di Siemens, osservato attraverso un dei due elettrodi, che a tal fine era cavo, si procedette alla determinazione delle curve di corrente e di potenziale a varie temperature. Con una differenza di potenziale di 8 volt fra i carboni non si poté osservare nessuna corrente fino alla temperatura di 1400°;

superato questo limite la corrente cominciò a manifestarsi e crebbe rapidamente così che a 2500° raggiunse il valore di 10 ampère; essa diminuiva se veniva aumentata la distanza fra gli elettrodi. Con una distanza di 1 cm. e un potenziale applicato di 2 volt la corrente cominciava a manifestarsi verso 1500° e cresceva rapidamente secondo una logaritmica fino a 2300°. Ciò significa che, non ostante la elevata pressione, l'aria contenuta era fortemente ionizzata.

Esclusa allora la batteria dal circuito, e mantenendo un elettrodo a temperatura alta e l'altro più freddo da principio, lasciando poi che si mettessero entrambi alla medesima temperatura, si misurarono correnti di 0,002 e di 2 ampere quando l'elettrodo più caldo era portato a 1400° e 2500° rispettivamente; l'elettrodo positivo era quello meno caldo; la corrente cadeva a zero annullandosi la differenza fra le temperature dei due carboni. Mediante un meccanismo semplice di orologeria, che faceva muovere uno dei carboni in regioni più o meno calde del forno, in modo che la temperatura ne venisse variata periodicamente rispetto a quello dell'altro, mantenuta costante, si ottennero correnti alternative di frequenze bassissime.

In altra sede di esperienze, furono usati elettrodi coassiali, cavi entrambi: quello interno, di rame, veniva percorso da una corrente refrigerante di acqua; quello esterno, di carbone, era portato nel forno a temperatura uniformemente crescente. Si ebbe così una corrente dapprima debolissima e di direzione opposta a quella che era stata osservata nelle esperienze ora descritte, poi di direzione normale ed assai più intensa, che raggiunse un massimo di 0,55 milliampere, scese ancora a circa 0,2 milliampere per aumentare infine con andamento quasi uniforme col crescere della temperatura. Durante questa prova si formò su quasi tutta la lunghezza dell'elettrodo metallico un deposito di carbone con piccole impurità biancastre, probabilmente silicee. Il massimo momentaneo corrispondeva evidentemente al passaggio, sull'elettrodo metallico, di silice e altre impurità del carbone che volatilizzano a circa 2000°; ciò fu confermato dal fatto che la medesima coppia di elettrodi in un secondo riscaldamento diede una corrente diretta sempre nel medesimo senso e uniformemente crescente.

Usando elettrodi entrambi di carboni e nuovi si ebbe al solito un massimo di corrente in corrispondenza del passaggio di impurità, oltrepassato il quale, mantenendo costante la temperatura, tale restò pure la corrente. È notevole il valore raggiunto in questo caso dalla corrente, che raggiunse il massimo di 0,8 ampere durante la fase variabile e si mantenne a oltre 0,1 a regime costante. Ciò lascia intravedere un nuovo modo di produzione di elettricità; si connettono così al fenomeno descritto molti altri problemi, che l'A. si ripromette di studiare, in relazione specialmente alle questioni sulle lampade a arco e sulle lampade a incandescenza a carbone.

M. M.

Impianti.

La trasmissione a più alto potenziale nel mondo — impianto a 140.000 volt della « Au Sable Electric Company » per fornire energia elettrica a Bay City, Saginaw, ecc. — (Electrical World 13-20 aprile 1912).

Un nuovo passo nell'uso delle alte tensioni è segnato dalla trasmissione a 140.000 volt che con un percorso di 135 miglia porterà l'energia fornita dal fiume Au Sable a Bay City, Saginaw, Flint, Owosso, Lansing e Battle Creek: 125 miglia sono già da un mese in esercizio senza notevoli incidenti.

La centrale idroelettrica di Cooke sul fiume Au Sable nella deserta contea di Iosco fornisce ora 9000 Kw. che colla trasmissione a 140.000

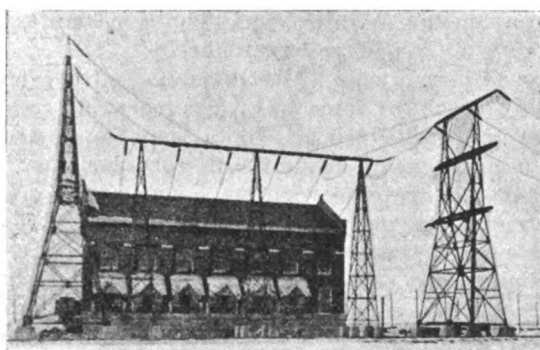


Fig. 1

volt viene portata alla sottostazione di Zilwaukee a 85 miglia di distanza per fornire Bay City e Saginaw e quindi a Flint 40 miglia più lontano dove, con una turbina a vapore ausiliaria, dà energia a ricche industrie. Una nuova centrale 8 miglia più a monte di Cooke a Five Channels sarà completata prima della fine dell'anno. In giugno la trasmissione a 140.000 volt arriverà a Owosso e Lansing e si estenderà poi fino a Battle Creek con un percorso complessivo di circa 250 miglia.

Il fiume Au Sable ha una portata abbastanza costante poichè la massima portata è appena tre volte la minima come risulta da misure eseguite per un decennio: quest'ultima è di 1000 piedi cubi al secondo (1 piede cubo = 28,316 litri) pari a 28,316 m.³.

La centrale di Cooke sorge a 16 miglia a valle della sorgente e utilizza una caduta di 40 piedi ottenuta con una diga di calcestruzzo. Essa comprende 3 turbine idrauliche da 4150 HP. della Allis-Chalmers a 4 ruote mobili che azionano tre alternatori trifasi della General Electric da 3000 Kw a 2500 volt e 60 periodi. L'ammissione dell'acqua è controllata da un regolatore a olio di tipo speciale ispezionabile dal quadro.

Ogni generatore ha un eccitatore proprio da 12 Kw., 125 volt, mon-

tato sullo stesso albero: i 3 eccitatori poi sono uniti a una unica barra a corrente continua. L'oliatura è fatta da pompe elettriche. Il quadro sta nella parte centrale e comprende 3 pannelli per i 3 generatori e



Fig. 2.

uno per i regolatori. I trasformatori per il servizio della centrale e del quadro nonchè tutte le connessioni, interruttori in olio, ecc., sono nel sotterraneo. Questi ultimi sono regolati da un relays a tempo in modo che l'apertura, che vien fatta dal quadro, avvenga in 5 secondi sotto 1200 ampere.

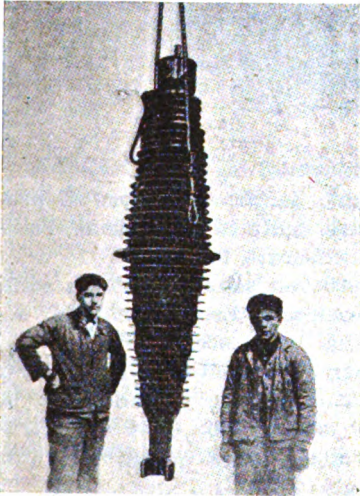


Fig. 3.

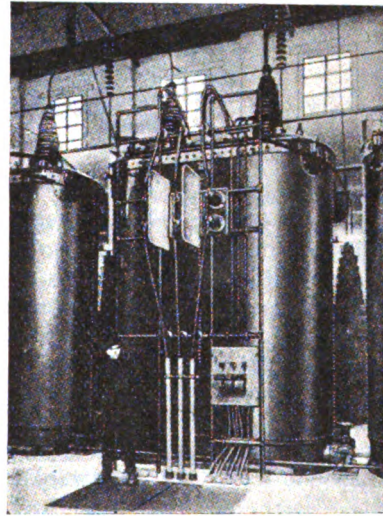


Fig. 4.

Tre trasformatori da 3000 Kw. della General Electric elevano il potenziale da 2500 a 140.000 volt: essi sono isolati in olio raffreddato con acqua: la parte ad alta come quella a bassa tensione è connessa a

triangolo. Questi grandi trasformatori (fig. 5) misurano 11 piedi per 5 in pianta e sono alti 14 piedi e 6 pollici fino alla sommità della cassa o 19 piedi e 6 pollici fino alla sommità dei morsetti terminali ad alta tensione: il peso complessivo è di 43 tonn. Prossimi ai trasformatori sono installati 10 interruttori in olio a 140.000 volt provati fino a 100 amp. per fase quantunque in condizione normale non debbano funzionare che a 21,4 amp. Essi misurano 8 piedi per quattro in pianta e sono alti 12 fino alla sommità dei morsetti (fig. 3) simili a quelli dei trasformatori. Detti interruttori sono comandati a mano.

Tanto gli interruttori quanto i trasformatori possono essere vuotati mandando l'olio in apposito serbatoio della capacità di 9000 gal (1 gal

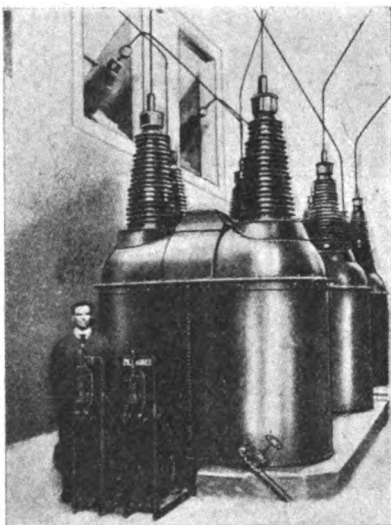


Fig. 5.

uguale a 4,5 litri) pari alla capacità di uno dei trasformatori. E prevista poi una pompa a motore per rimandare, finita la riparazione, l'olio a suo posto: e un impianto completo per filtrare l'olio.

I conduttori per la trasmissione a 140.000 volt sono formati da sette fili N. 8 costruiti dalla American Bran Company. Essi presentano, eccetto condizioni atmosferiche speciali, una luminiscenza ben visibile e producono un ronzio udibile anche a parecchie centinaia di piedi di distanza. Le torri di 40, 50, 60 piedi sono in acciaio galvanizzato: la loro distanza è in media di 500 piedi. Si usarono 865 torri nella trasmissione da Cooke a Zilwaukee e 420 in quella da Zilwaukee a Flint.

Queste torri formate di 3 gambe di $3 \times 3 \times \frac{3}{16}$ di pollici venivano composte sul luogo di impiego. Le torri tipo 40 piedi, che sono le più comuni, misurano complessivamente 54 piedi.

Gli isolatori sono formati da 10 dischi in serie, ognuno dei quali fu provato a 80.000 volt continui e 125.000 momentanei, essi misurano

cinque piedi e 6 pollici tra l'attacco dei conduttori e l'attacco ai bracci trasversali. I 3 conduttori di ogni torre costituiscono un triangolo di lato 17 piedi e 4 pollici, 17 piedi e 4 pollici e 12 piedi, quest'ultima essendo la distanza verticale tra i 2 conduttori che stanno da una stessa parte: i conduttori furono tesi con una dinamometro alla tensione di 1200 libbre con una freccia di 12 piedi su 500 di lunghezza. Pali speciali si usavano negli angoli di pochi gradi: in alcuni casi poi per le varie condizioni del terreno si dovettero variare le altezze; per attraversare il fiume Saginaw in prossimità della sottostazione di Zilwaukee si usarono 2 pali alti 167 piedi posti alla distanza di 600 piedi superando notevoli difficoltà anche per la fondazione. Essi portano anche i conduttori a 11.000 e 22.000 volt che dalla detta sottostazione vanno a Saginaw.

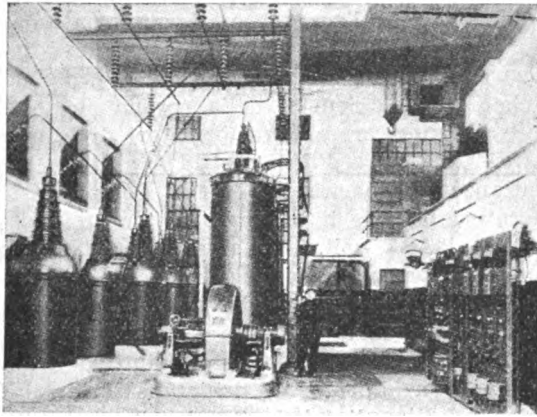


Fig. 6

Sottostazione di Zilwaukee. — Dista 85 miglia dall'impianto idroelettrico di Cooke (fig. 1, 2). Contiene 3 gruppi di interruttori in olio (fig. 4), simili a quelli di Cooke, di cui uno all'ingresso della linea a 140.000 volt, l'altro all'uscita della linea alla stessa tensione che va a Flint e il terzo ai 3 trasformatori. Questi complessivamente hanno una potenza di 3000 Kw.: gli avvolgimenti primari e secondari sono a triangolo e possono dare 2750 Kw. a 22.000 volt o a 11.000 con una presa ausiliaria e 250 Kw. a 370 volt per alimentare un convertitore rotativo (fig. 6). Anche la parte a bassa tensione è munita di interruttore in olio comandati dal quadro e di scaricatori atmosferici. Notevole in tutta la centrale è la semplicità della costruzione.

Sottostazione di Flint. — Con questa centrale, che dista 40 miglia da Zilwaukee, termina per ora la trasmissione a 140.000 volt: essa fornisce energia a un gran numero di industrie tra cui parecchie fabbriche di automobili: per fornire queste ultime, in attesa dell'energia di Au Sable, 2 anni fa si impiantarono 6 caldaie Stirling e 2 gruppi turbo-generatori della Curtis General Electric da 3000 Kw. Gli interruttori in

olio simili in tutto a quelli delle altre centrali distano l'un l'altro di 9 piedi: i trasformatori sono anche in numero di 3 e possono dare 3000 Kw. alla tensione secondaria di 22.000, 5560 e 370 volt. L'impianto a vapore serve ora di riserva alla trasmissione a 140.000 volt e più anche, allo stesso scopo, dare energia a Bay City e Saginaw.

Caratteristiche della linea a 140.000 volt. — Dal giorno in cui la linea fu messa sotto tensione non si sono avuti notevoli incidenti tanto che gli operai dichiarano che non vedono differenza tra lavorare a 40000 e a 140.000 volt.

Tutto essendo stato accuratamente studiato ed eseguito nulla è avvenuto che non fosse stato previsto. Come sempre avviene quando si mette per la prima volta sotto tensione una nuova linea a alto potenziale tanto i chilovoltampere quanto l'energia consumata dalla linea scarica fu piuttosto grande durante la prima mezz'ora, ma successe presto il periodo stabile e l'energia apparente consumata dalla linea scese a 80 Kva. per miglio. E' bene ricordare, a questo proposito, che il filo N. 0 (diametro mm. 8,25) usato lavora molto prossimo al punto critico per ciò che riguarda l'effetto della corona che è di 142.000 volt. Con 140.000 volt ai generatori e i trasformatori di Flint sotto tensione, ma non caricati, la tensione a Flint è del 17 % più alta cioè circa 164.000 volt per la reattanza di capacità della linea. Coi primari dei detti trasformatori staccati dalla rete il voltaggio al termine della trasmissione sale probabilmente 190.000 volt, non si sono fatte però misure al riguardo. Certamente quest'aumento di tensione determina notevoli perdite per effetto corona nelle sezioni dove si supera il punto critico.

L'aggiunta del carico alla stazione ricevitrice non fa aumentare e talora fa diminuire, secondo il carattere induttivo della richiesta, la corrente della linea in dipendenza dell'aumentare del fattore di potenza. Con carico induttivo di fattore 0,65 in ritardo di 4000 Kw. a Flint si è trovato ai generatori un fattore 0,85 in avanzo: si spera che l'aggiunta di altri carichi induttivi specialmente a rete completa, migliori questo fattore di potenza. Non si sono fatte prove per sapere la entità della dispersione per effetto corona colla linea 140.000 volt, ma essa deve salire a 3 Kw. per miglio. Quando la linea porterà i 25.000 Kw. per cui è stata progettata è probabile che si abbia un voltaggio più uniforme dal principio alla fine della trasmissione e quindi sia migliorato il suo rendimento.

L'esperienza di Au Sable prova ad ogni modo che l'uso di così alti voltaggi è pratico ed economico solo quando le distanze siano molto grandi e l'energia da trasmettere tale da richiedere l'uso di conduttori abbastanza grandi da limitare l'effetto corona. Mentre è stato detto che l'uso di cavi con anima di canapa deve diminuire l'effetto corona rimane il fatto, in accordo colle esperienze degli ingegneri della Au Sable Electric Company, che tali cavi presentano maggior perdita per tale effetto dei corrispondenti di solo rame.

Prove sul macchinario idraulico di Cooke. — Prima di mettere in funzione la centrale fu fatta una prova completa di collaudo la quale durò per una settimana. Ad essa furono adibiti 25 osservatori; i posti

di osservazione erano riuniti da un circuito elettrico in modo che con un campanello di avviso si riusciva ad ottenere che le letture fossero da tutti fatte contemporaneamente. I risultati delle prove furono soddisfacentissimi e sempre migliori dei patti stabiliti. Essi sono riuniti in curve da cui risulta che il rendimento sale a 89 % e che la regolazione della velocità avviene in modo ottimo sotto qualunque carico.

G. M.

Linee.

K. WILLY WAGNER: *Il regime variabile dei fenomeni elettromagnetici che si verificano sulle linee aeree e sotterranee* (studio sperimentale). — (Elektrotechnische Zeitschrift, 7, 14, 21 settembre 1911).

L'A. di questo importante lavoro si è proposto di studiare i fenomeni elettromagnetici che avvengono nelle canalizzazioni elettriche aeree e sotterranee tutte le volte che il regime stazionario è turbato in qualche modo sia in seguito alla manovra di interruttori che alla variazione brusca di uno qualunque dei parametri dai quali dipende lo stato stazionario accennato. Non potendo riprodurre per esteso le considerazioni di carattere analitico ed i numerosi diagrammi (rilievi con l'oscillografo) che le accompagnano e le illustrano, ci limiteremo ad un cenno sommario delle ricerche eseguite.

Il regime transitorio che per breve tempo sostituisce quello stazionario, è caratterizzato dall'apparire di oscillazioni elettromagnetiche che si vanno gradatamente smorzando. Il suo studio interessa sia nelle reti ad alta tensione, in causa delle pericolose sopratensioni che possono prodursi; sia nel caso delle linee telegrafiche, perchè la durata del periodo transitorio è spesso paragonabile a quella dei segnali.

La complessità delle circostanze che influiscono sul fenomeno ne rende assai difficile lo studio completo per via analitica. Conviene considerare i valori istantanei della corrente e della tensione in un dato punto della linea (che sono funzione del tempo e della posizione del punto) come somma dei valori corrispondenti al regime stazionario e di altri che si vanno attenuando col tempo e che individuano precisamente le oscillazioni smorzate che si sono sovrapposte alla corrente ed alla tensione di regime. Per semplificare ancora lo studio l'A. considera in modo speciale due casi estremi fra i quali sono compresi quelli usuali:

a) il caso delle *linee molto lunghe*; in queste, come appare da uno studio generale del Poincaré (Eclairage Electrique, 1904, pag. 121), i fenomeni all'estremo più lontano possono ottenersi approssimativamente supponendo nulla l'autoinduzione della linea. Le oscillazioni elettromagnetiche nel propagarsi lungo il conduttore si deformano assai sensibilmente; questo è da tener presente nella spiegazione dei fenomeni che si constata;

b) il caso delle *linee corte*; in queste (Willy Wagner, 1908) ha grande importanza il fenomeno della *riflessione* che subiscono le oscillazioni agli estremi della linea.

Secondo l'A., rientrano in questa seconda categoria ad es. delle linee aeree della sezione di 50 mmq. e di lunghezza minore di 1500 Km., come pure dei cavi da 30 mmq. e di lunghezza inferiore ai 160 Km. Lo studio sperimentale dei fenomeni elettromagnetici nelle linee corte è reso molto difficile dalle elevatissime velocità di propagazione delle oscillazioni; velocità che è di qualche diecina di migliaia di Km. per secondo negli avvolgimenti dei trasformatori sale intorno ai 100.000 Km.-sec. nei cavi, e si approssima nelle linee aeree alla velocità della luce. L'A. ha superato questa difficoltà cercando di costruire delle linee artificiali simili a quelle da studiare, ma nelle quali la velocità di propagazione fosse molto minore; e vi è riuscito osservando che le caratteristiche elettromagnetiche della linea dipendono sostanzialmente dal rapporto fra l'autoinduzione L e la capacità C della linea; mentre la velocità di propagazione di cui sopra è inversamente proporzionale alla radice quadrata del prodotto LC . Si può dunque ridurre la velocità (aumentando il prodotto LC) senza variare il rapporto $\frac{L}{C}$.

L'A. ha studiato sperimentalmente le oscillazioni che nascono alla chiusura ed all'apertura di una linea a seconda che essa alimenta apparecchi dotati di resistenza ohmica finita, oppure nulla (chiusura in corto circuito); quelli che si producono in un circuito dotato di grande autoinduzione; quelli che si hanno quando vengono messe sotto tensione due linee collegate in serie, ma di costanti elettromagnetiche diverse. Gli oscillogrammi, che ci spiace non poter riprodurre, illustrano con grande evidenza il prodursi, il propagarsi e lo smorzarsi di quelle sopratensioni, che ordinariamente sono più temute che conosciute nel loro andamento.

U. B.

Materiali.

PASSAVANT: *Rapporto della Commissione per i materiali isolanti.* — (E. T. Z., Vol. XXXIII, pag. 450, Maggio 1912).

Considerata da un lato la crescente importanza dei materiali isolanti nella fabbricazione degli apparecchi elettrici e dall'altro la scarsa costanza delle loro proprietà, specialmente per quei materiali che sono il frutto di precedenti manipolazioni industriali, è risultato opportuno affidare a un'adatta commissione il compito di studiare l'argomento.

Questa Commissione è formata con tecnici non direttamente interessati nella fabbricazione dei materiali isolanti, e coi rappresentanti dei due principali istituti sperimentali dello Stato, cioè dell'Istituto Reale Prussiano per la prova dei materiali, e dell'Istituto Imperiale Fisico-

tecnico; ed è autorizzata a chiedere il concorso dei fabbricanti, in modo però che non vengano compromessi gli eventuali segreti di fabbricazione.

Per ragioni di opportunità la commissione ha creduto di dover per ora restringere la sua attività allo studio dei materiali impiegati fino alla tensione di 500 volt, lasciando da parte le sostanze isolanti impiegate allo stato naturale, e rivolgendo invece la sua attenzione ai cosiddetti isolanti artificiali, costituiti generalmente da sostanze inorganiche legate da composti di origine organica.

Fino dal principio è però risultata la mancanza di una pratica sufficientemente lunga atta a giustificare la opportunità dei diversi metodi di prova oggi generalmente in uso, cosicchè ne è derivata la necessità di studiare anzitutto l'influenza delle diverse azioni, cui gli isolanti nella pratica possono essere sottoposti, provvedendo perciò i materiali da sottoporre allo studio dai fabbricanti stessi, e stabilendo un opportuno programma di ricerche meccaniche, fisico-chimiche ed elettriche: in questi studi preparatori i campioni sono stati semplicemente designati con un numero affine di non danneggiare coll'indicazione della provenienza i fabbricanti, che li avevano provveduti.

Le prove meccaniche, termiche e chimiche sono state eseguite presso l'Istituto Reale prussiano: lo studio delle proprietà meccaniche ha riguardato il peso specifico, la resistenza alla flessione, alla pressione, all'urto, la durezza, la resistenza alla penetrazione, l'attitudine a trattenere bulloni e viti, e finalmente l'attitudine alla lavorazione in particolare colla sega a nastro, colla pialla e col trapano.

Per lo studio degli effetti del calore è stata ripetuta la prova di resistenza alla pressione col campione previamente riscaldato in una stufa, è stato applicato il metodo di Martens per la presso-flessione, determinando la temperatura limite sotto cui il campione subisce deformazioni permanenti o si spezza, è stata osservata l'influenza di un soggiorno di due o tre settimane in un ambiente asciutto a 100° di temperatura, e l'influenza, pure prolungata per molti giorni di un'esposizione alternata al vapore a 100° e alla temperatura ambiente, e ancora l'influenza di un'immersione di tre mesi nell'acqua e di ripetuti successivi congelamenti; finalmente è stata constatata la resistenza a reggere alla fiamma viva di una lampada a spirito, di un becco Bunsen e di un becco a gas con soffleria.

Quanto agli agenti chimici è stata studiata anzitutto l'influenza attiva dei materiali isolanti stessi sui metalli, coi quali in pratica devono trovarsi in contatto, e successivamente l'influenza passiva rispetto a una prolungata immersione nell'acqua e in soluzioni acide ed alcaline diverse, agli oli, alla benzina, allo spirito, all'acqua di mare, alla paraffina, ai vapori di ammoniac e all'aria ozonizzata.

Le prove di natura elettrica sono state invece eseguite presso l'Istituto fisico tecnico, e hanno riguardato la resistenza di isolamento attraverso la massa e la resistenza di isolamento superficiale, entrambi sotto una tensione continua di 1000 volt per un minuto, e la rigidità dielettrica; le misure eseguite avendo confermato che non esiste in questi casi proporzionalità fra le diverse grandezze, e che quindi è poco meno che

assurdo esprimere la rigidità dielettrica con un certo numero di volt per millimetro di spessore.

Sull'isolamento è stato poi studiato l'influenza di prolungata immersione nell'acqua e nelle più comuni soluzioni acide ed alcaline, l'influenza dei vapori di ammoniacca e degli oli lubrificanti, e l'influenza degli agenti atmosferici.

Altri campioni sono stati poi sottoposti all'azione diretta dell'arco voltaico, tanto in vista della loro infiammabilità, quanto in vista della loro carbonizzazione; come pure è stata studiata l'influenza, del resto favorevole, degli aumenti di temperatura sulla resistenza di isolamento.

Molto interessante è il procedimento grafico scelto per la rappresentazione sintetica dei risultati; per ciascuna delle principali proprietà studiate è stata cioè stabilita una scala di merito comprendente oltre lo zero cinque altri punti, cosicchè ciascuno dei materiali esaminati è stato caratterizzato da una spezzata, che esprime il punto di merito successivamente per la solidità meccanica, la lavorabilità, la resistenza al calore, la sicurezza contro l'incendio, la resistenza al gelo e all'umidità, la resistenza agli acidi, agli alcali e ai liquidi organici, la resistenza di isolamento, la capacità a resistere all'azione dell'arco voltaico.

La conclusione di queste esperienze preliminari è che i metodi di prova hanno bisogno ancora di modificazioni, e, per la pratica, di semplificazioni, come pure che le prove possono essere ridotte di numero almeno finchè si tratta di materiali destinati fino appunto a tensioni di 500 volt; in conseguenza le future ricerche si estenderanno solamente alla resistenza meccanica, sotto zero, alla temperatura ambiente e a 80°, sotto l'influenza inoltre degli acidi, degli alcali e dei liquidi organici, all'isolamento superficiale sotto le medesime condizioni e le medesime azioni tranne la prova a 80°, e alle proprietà Bunsen e di un arco voltaico, e alla facilità di lavorazione.

La commissione intende con ciò di lasciare ampia facoltà ai fabbricanti di modificare e migliorare i loro prodotti, augurandosi però, che i fabbricanti medesimi vogliano nei loro listini e nelle loro garanzie attenersi allo schema ora indicato, e vogliano depositare 10 campioni di ogni loro prodotto presso il V. D. E.; e che si eviti in generale nella pubblicazione di risultati di prove di mettere in evidenza soltanto alcune proprietà dei materiali in esame, proprietà la cui conoscenza non ha importanza pratica, se non sono insieme fatte conoscere anche le altre proprietà, di cui è stata fatta parola in questo lavoro.

G. R.

Misure.

ROSA E. B. e GROVER F. W.: *Formule e tavole per la calcolazione dell'induttanza mutua e propria*. — (Bollettino del « Bureau of Standards », vol. 8, n. 1, Washington, 1912, pag. 1-237).

Gran numero di formole furono date per la calcolazione dell'induttanza dei vari circuiti che si adoperano nell'a pratica. Tra queste alcune

furono trovate errate, e quelle riconosciute corrette si prestano ad una discussione riguardo alla loro maggiore o minore approssimazione e facilità di applicazione. Gli autori di questo amplissimo studio, che occupa ben 237 pagine del « Bollettino » si sono proposti di raccogliere, per comodità di chi deve eseguire simili calcoli, tutte le formole meglio rispondenti allo scopo, particolarmente per circuiti non magnetici dove la frequenza è abbastanza bassa per assicurare una distribuzione sensibilmente uniforme della corrente. Nell'ultimo capitolo (10°) sono però date le variazioni della induttanza e della resistenza con frequenze elevate.

Dove più formole sono adatte per un medesimo caso, gli AA. mettono in evidenza i vantaggi di ciascuna e indicano quale si presta meglio a calcoli precisi, stabilendo per ciascuna i limiti più convenienti di applicabilità.

Nella seconda parte di ciascun capitolo sono dati numerosi esempi di applicazione delle formole. I calcoli sono spesso dati per esteso per facilitare il lavoro di chi vuole servirsene.

Nell'appendice si trovano 24 tavole numeriche contenenti gli elementi utili per accelerare il calcolo.

Questo importante lavoro è un'ampliamento ed una revisione di un precedente studio pubblicato dagli stessi AA. nel 1907; nei capitoli 8 e 9 sono ripetute e applicate le formole dovute agli AA.

Non è possibile riassumere un'opera consistente in laboriosi sviluppi di calcoli svolti col sussidio della più elevata analisi matematica. Ci limitiamo perciò a riportare il sommario dei capitoli:

1. — Induttanza mutua di due circuiti circolari coassiali di diversi raggi e distanze.
2. — Id. di due anelli circolari coassiali di sezione rettangolare.
3. — Id. di due solenoidi coassiali di lunghezza considerevole l'uno interno, collocati in diverse posizioni reciproche e di diverse lunghezze.
4. — Id. di un circuito circolare e di un avvolgimento cilindrico coassiale ad un solo stato.
5. — Induttanza propria di un anello circolare di sezione circolare.
6. — Id. di un solenoide cilindrico a un solo stato.
7. — Id. di un anello circolare a sezione rettangolare.
8. — Induttanza propria e mutua di conduttori lineari di diversa forma e posizione.
9. — Formole per il calcolo della distanza media geometrica e aritmetica, per diverse figure.
10. — Formole per il calcolo delle induttanze e delle resistenze in vari casi, per correnti di frequenza elevata.

M. A.

ANGERMANN: *Misura delle perdite di ferro con l'apparecchio di Epstein.*
— (E. T. Z., 1912, vol. 33, pag. 231).

La misura delle perdite magnetiche nella lamiera di ferro, impiegata per le costruzioni elettromeccaniche, si esegue già da più anni in Germania determinando la così detta « cifra di perdita » mediante un apparecchio proposto dall'Epstein (Atti dell'A. E. I., 1911, vol. 15, pag. 459). La misura della « cifra di perdita » è tuttavia ancora delicata e soggetta ad errori, che rendono lunghe e difficili le contestazioni fra gli stabilimenti metallurgici, fornitori delle lamiere, e le ditte di costruzioni elettriche.

Per rendere più facile e sicuro il procedimento di misura, già la ditta Siemens e Halske ha ideato un apparecchio, in cui alla determinazione assoluta della perdita se ne sostituisce una relativa, fatta con un metodo di zero in confronto con un saggio, di cui sia nota la perdita (Atti dell'A. E. I., 1912, vol. 16, pag. 147). L'A. descrive un metodo non molto diverso ed adottato dalla ditta E. A. G. vorm. H. Pöge, il quale è bensì un metodo di confronto, ma non un metodo di zero. Esso consiste nell'inserire i due apparecchi dell'Epstein in parallelo nel circuito di corrente alternata e nel misurare la differenza di energia mediante un wattometro, che abbia due spirali amperometriche eguali, percorse dalle correnti magnetizzanti dei due apparecchi. Se la spirale voltometrica del wattometro fosse inserita fra gli estremi comuni dei due circuiti derivati, la misura sarebbe esatta solamente quando le cadute di tensione, dovute alla resistenza ohmica dei circuiti magnetizzanti e all'impedenza delle spirali amperometriche del wattometro, fossero in ambedue i circuiti derivati trascurabili ovvero eguali. Con l'aiuto del diagramma vettoriale delle tensioni e delle correnti, l'A. discute l'importanza dell'errore, che si può commettere, e dimostra come si possa renderlo trascurabile, inserendo la spirale voltometrica del wattometro non già fra gli estremi dei due circuiti in parallelo, ma fra i capi di uno dei due apparecchi dell'Epstein, e inserendo simmetricamente fra i capi dell'altro una eguale resistenza. L'A. riporta gli elementi di parecchie serie di misure, che dimostrano come questo metodo dia buoni risultati anche in condizioni, nelle quali con la misura assoluta si commettono errori notevoli, e cioè quando gli strumenti sono inesatti, quando la curva di f. e. m. è diversa dalla sinusoidale, quando la tensione subisce oscillazioni continue, ecc.

G. V.

E. GÜMLICH e W. ROGOWSKY. — *Metodo di misura assoluta della magnetizzazione applicato alle strisce di lamiera, che si usano nell'apparecchio dell'Epstein.* (Comunicazione dell'Istituto fisico-tecnico nazionale germanico). (E. T. Z. 1912, vol. 33, pag. 262).

La crescente diffusione delle lamiere di ferro-silicio, che danno luogo a perdite notevolmente minori, ma presentano anche per alte induzioni una permeabilità inferiore a quella delle lamiere comuni, ha

dimostrato l'opportunità di esaminare i saggi di lamiera non solo riguardo alla cifra di perdita, ma anche riguardo alla permeabilità. Questa deve essere misurata, secondo le Norme tedesche, per una forza magnetomotrice di 300 ampergiri per cm. e per un secondo valore di f. m. m. che sia di 100, ovvero 50, ovvero 25 ampergiri per cm.

Era evidentemente desiderabile adoperare per la misura della permeabilità lo stesso apparecchio dell'Epstein, già largamente usato per la misura della cifra di perdita. L'Epstein stesso ha già proposto a tal fine una modificazione del suo apparecchio (Atti dell'A. E. I., 1911, vol. 15, p. 459), ma gli A. ritengono che essa conduca a risultati troppo malsicuri, perchè vi si confrontano valori medi del campo e dell'induzione, ottenuti con un procedimento alquanto empirico. Gli A. propongono pertanto una nuova forma dell'apparecchio, nella quale la misura della permeabilità si esegue determinando la grandezza del campo e quella dell'induzione nella sola regione mediana di ciascun lato del circuito magnetico (il quale ha, com'è noto, la forma di un quadrato). La misura dell'induzione si fa, secondo il solito, col metodo balistico, ma quella del campo, invece di dedursi dalla corrente magnetizzante, viene eseguita anch'essa balisticamente, misurando con apposite spirali il flusso, che si svolge nell'aria in direzione parallela al nucleo magnetico ed in vicinanza di esso. Se non che, per effetto delle dispersioni magnetiche, il campo non si mantiene costante nella sezione mediana, ma va crescendo dall'asse alla periferia. Perciò gli A. determinano sperimentalmente la correzione da applicare al campo, misurato con il loro metodo, per ridurlo al valore che esso ha effettivamente nel ferro. Da prove eseguite sopra diversi saggi essi concludono, che per f. m. m. superiori a 10 ampergiri per cm. questa correzione si può considerare come indipendente dalla natura del saggio e funzione soltanto della f. m. m. Negli stessi limiti di esperienza risulta superfluo introdurre masse di ferro dolce presso i vertici del quadrato al fine di agevolare il passaggio delle linee di flusso dall'uno all'altro fascio di lamiere e di limitare così le dispersioni.

I quattro rocchetti, che costituiscono l'apparecchio proposto dagli AA. e che vengono costruiti secondo le loro indicazioni dall'A. E. G., contengono ciascuno: un avvolgimento primario magnetizzante, suddiviso in quattro strati, che si possono variamente collegare, un avvolgimento secondario per le misure balistiche di induzione e quattro spirali ai quattro lati del nucleo magnetico per la misura del campo.

Gli AA. hanno eseguito prove comparative seguendo quattro vie diverse. Essi hanno dapprima sperimentato sopra saggi in forma di quadrato, composti di lamiere di un sol pezzo e perciò senza giunti magnetici. Questi quadrati di lamiera venivano poi tagliati ciascuno in quattro striscie ed usati come nelle ordinarie prove sia nell'apparecchio modificato dall'Epstein (loc. cit.), sia in quello proposto dagli AA. Infine analoghe misure venivano eseguite su saggi in forma di anello, ricavati dalle stesse lamiere. I risultati ottenuti in questi quattro modi diversi sono fra loro abbastanza concordi. Le maggiori discrepanze osservate si riferiscono ai valori più bassi della f. m. m. (25 ampergiri per cm.),

ma non superano il 3 % dei valori dell'induzione, e divengono assai minori per campi più intensi.

Gli AA. riconoscono, che il loro procedimento ed il loro apparecchio sono più degli altri complicati e che d'altro canto quello dell'Epstein dà risultati praticamente soddisfacenti, ma ritengono che questi ultimi possono sempre essere influenzati in modo imprevedibile dalla variabile riluttanza dei giunti magnetici e consigliano l'uso di metodi di confronto, mediante l'aiuto di un certo numero di saggi normali, provati con il loro apparecchio.

N. 8.**INDICE**

**dei più importanti articoli pubblicati nei periodici posseduti
dalla Biblioteca Centrale**

(Vedi elenco delle abbreviazioni usate per i periodici a pagina 93 del fascicolo 1.º)

Accumulatori e pile.

- *Pila termoelettrica bismuto — argento.* — W. W. COBLENTZ. — (El., L., 15 marzo 1912, Vol. LXVIII, N. 23, pag. 924).
- *Pile a secco: relazione fra la scarica e la capacità.* — S. W. MELSOM. — (El., L., 12 aprile 1912, Vol. LXIX, N. 1, pag. 6).

Applicazioni diverse.

- *L'utilizzazione dell'elettricità per la difesa della costa degli Stati Uniti.* — L. B. BENDER. — (El. W., N. Y., 30 marzo 1912, Vol. 59, N. 13, pag. 687).
- *Elettrificazione dei laminatoi della « Algoma Steel Co. ».* — BRADLEY T., MC. CORMICK. — (Am. Inst. E. E., aprile 1912, Vol. XXXI, N. 4, pagina 297).
- *Nuovo freno di discesa per gru.* — A. KELLER. — (E. T. Z., 4 giugno 1912, Vol. 33, N. 14, pag. 343).
- *Batterie a repulsione per ascensori, gru, ecc., a servizio intermittente.* — E. KETZLER. — (E. T. Z., 11 aprile 1912, Vol. 33, N. 15, pag. 366).

Argomenti diversi.

- *Fattore di diversità e quote fisse.* — R. NORSÄ. — (El., L., 15 marzo 1912, Vol. LXVIII, N. 23, pag. 921).
- *L'educazione scientifica come preparazione per il lavoro industriale.* — H. A. ROBERTS. — (El., L., 5 aprile 1912, Vol. LXVIII, N. 26, pagina 1043).
- *Teorie moderne dell'elettricità.* — A. GARBASSO. — (Riv. tec. d'Elett., 25 aprile 1912, N. 1567, pag. 264).
- *Relazioni commerciali nell'industria elettrica.* — P. S. DODD. — (El. W., N. Y., 6 aprile 1912, Vol. 59, N. 14, pag. 758).

- *Contributo per rendere popolare l'elettricità in Austria.* — L. BERNARD. — (El. u. Mach., 14 aprile 1912, Vol. XXX, N. 15, pag. 312).
- *Apprentissaggio nelle manifatture elettrotecniche in America.* — F. KERNER. — (E. T. Z., 18 aprile 1912, Vol. 33, N. 16, pag. 404).
- *L'esposizione aeronautica di Berlino.* — W. A. TH. MÜLLER. — (E. T. Z., 25 aprile 1912, Vol. 33, N. 17, pag. 430).

Elettrochimica ed elettrotermica.

- *Forni elettrici.* — C. MYERS. — (El., L., 1 marzo 1912, Vol. LXVIII, N. 21, pag. 828).
- *Sul comportamento elettrochimico del ferro.* — G. SCHULZE. — (Z. El. ch., H., 1 maggio 1912, Vol. 18, N. 9, pag. 326).
- *Sui punti d'ebollizione dei metalli.* — H. C. GREENWOOD. — (Z. El. ch., H., 1 maggio 1912, Vol. 18, N. 9, pag. 319).

Elettrofisica.

- *La magnetizzazione del cobalto come funzione della temperatura, e determinazione del suo campo magnetico intrinseco.* — W. W. STIFLER. — (El., L., 29 marzo 1912, Vol. LXVIII, N. 25, pag. 1002).
- *Elettroni liberi nei metalli.* — D. OWEN. — (El., L., 1° marzo 1912, Vol. LXVIII, N. 21, pag. 844).
- *Alcune esperienze sulla dimostrazione della conduttività degli elettroliti senza l'uso di elettrodi.* — O. SCARPA. — (El., R., 1 maggio 1912, Vol. XXI, N. 9, pag. 137).
- *Correnti elettriche nel carbonio ad alta temperatura.* — J. A. HARKER. — (El., L., 22 marzo 1912, Vol. LXVIII, N. 24, pag. 964).
- *Perdite per isteresi nel ferro prese con cicli dissimmetrici d'ampiezza costante.* — M. ROSENBAUM. — (Inst. E. E., L., marzo 1912, Vol. 48, N. 212, pag. 534).

Generatori elettrici.

- *Sui progetti delle dinamo.* — A. E. CLAYTON. — (El., L., 22 marzo 1912, Vol. LXVIII, N. 24, pag. 974).
- *Scintille al collettore, loro cause e prevenzione.* — W. W. FIRTH. — (El. L., 22 marzo 1912, Vol. LXVIII, N. 24, pag. 970).
- *Nota sulle macchine a corrente continua a poli di commutazione.* — A. R. GARNIER. — (Inst. El., P., 25 aprile 1912, Vol. 21, N. 488, pagina 174).
- *Sulle condizioni di funzionamento degli equipaggiamenti generatori di grande potenza protetti da reattanze.* — H. MARCHAND. — (Ind. El., P., 25 aprile 1912, Vol. 21, N. 488, pag. 173).
- *Il momento torcente d'isteresi nelle macchine ad induzione.* — H. RIDDERVOLD. — (El. W., N. Y., 30 marzo 1912, Vol. 59, N. 13, pagina 690).

- *Booster per batterie.* — R. RANKIN. — (Inst. E. E., L., marzo 1912, Vol. 48, N. 212, pag. 283).
- *Generatore a tre fili a corrente continua.* — F. B. CROCKER. — (El., W., N. Y., 13 aprile 1912, Vol. 59, N. 15, pag. 801).
- *La commutazione nelle macchine a corrente continua.* — W. WEILER. — El. u. Masch., W., 21 aprile 1912, Vol. XXX, N. 16, pag. 325).

Illuminazione.

- *Tubi ad olio come campione d'illuminazione.* — P. G. NUTTING. — (El., L., 8 marzo 1912, Vol. LXVIII, N. 22, pag. 881).
- *Sulla fotometria eterocromatica.* — L. BELL. — (El., L., 1 marzo 1912, Vol. LXVIII, N. 21, pag. 840).
- *L'illuminazione delle stamperie col gas.* — F. W. GOODENONGH. — (El., L., 29 marzo 1912, Vol. LXVIII, N. 25, pag. 1011).
- *L'illuminazione delle stamperie con luce elettrica.* — J. ECK. — El., L., 29 marzo 1912, Vol. LXVIII, N. 25, pag. 1009).
- *Alimentazione di lampade ad incandescenze con circuiti di lampade ad arco.* — HENRY. — (Ind. El., P., 25 aprile 1912, Vol. 21, N. 488, pag. 179).
- *Esperienze con illuminazione a gas e elettrica in fabbriche d'automobili.* — H. H. MAGSICK. — (El. W., N. Y., 6 aprile 1912, Vol. 59, N. 14, pag. 761).
- *Sull'energia ultravioletta in sorgenti luminose artificiali.* — L. BELL. — (El. W., N. Y., 13 aprile 1912, Vol. 59, N. 15, pag. 807).
- *Illuminazione dei treni delle ferrovie elettriche con corrente continua ad alta tensione.* — P. AMSLER. — (E. T. Z., 4 aprile 1912, Vol. 33, N. 14, pag. 341).
- *Diminuzione del consumo di carbone adoperando le lampade ad arco per l'illuminazione stradale.* — W. VIEWEGER. — (E. T. Z., 18 aprile 1912, Vol. 33, N. 16, pag. 403).
- *Sulle temperature dei filamenti delle lampade ad incandescenza e l'influenza di esse sull'economia delle lampade.* — M. v. PIRANI e A. R. MEYER. — (E. T. Z., 2 maggio 1912, Vol. 33, N. 18, pag. 456).

Impianti.

- *L'influenza delle basse tariffe sullo sviluppo delle centrali.* — W. E. BURNAND. — (El., L., 15 marzo 1912, Vol. LXVIII, N. 23, pag. 919).
- *Alcuni sviluppi dei sistemi di distribuzione sotterranea.* — S. B. CLARK. — (Am. Inst. E. E., aprile 1912, Vol. XXXI, N. 4, pag. 395).
- *Utilizzazione del vapore di scappamento mediante l'aggiunta di impianti refrigeranti agli impianti di distribuzione elettrica.* — M. ARBEITER. — (El. u. Masch., W., 14 aprile 1912, Vol. XXX, N. 15, pagina 301).
- *L'impianto idroelettrico di Rjukanfos.* — F. MARGUERRE. — (El. Krb. Ba., Mü, 24 aprile 1912, Vol. X, N. 12, pag. 221).

- *Apparecchi commerciali per 100.000 volt di tensione.* — S. Q. HAYES. — (El., L., 15 marzo 1912, Vol. LXVIII, N. 23, pag. 911).
- *Isolatori in porcellana per alte tensioni.* — J. LUSTGARTEN. — (El., L., 29 marzo 1912, Vol. LXVIII, N. 25, pag. 1000).
- *Considerazioni sulla scelta di officine di riserva negli impianti elettrici.* — A. H. FINCH. — (El., L., 22 marzo 1912, Vol. LXVIII, N. 24, pag. 957).
- *Diagrammi vettori delle correnti alternate.* — C. H. HAWKINS. — (El., L., 15 marzo 1912, Vol. LXVIII, N. 23, pag. 928).
- *Risultati dell'esercizio di centrali elettriche.* — A. LUDIN. — (El. u. Masch., 14 aprile 1912, Vol. XXX, N. 15, pag. 308).
- *Il vento come forza motrice per centrali elettriche.* — KAREIS. — (Elek., W., 10 aprile 1912, Vol. 31, N. 7, pag. 81).
- *La determinazione della potenza di corto circuito negli impianti a corrente alternata.* — G. J. MEYER. — (E. T. Z., 18 aprile 1912, Volume 33, N. 16, pag. 398).
- *I risultati d'esercizio di una centrale per uso agricolo.* — H. BÜGGELN. — (E. T. Z., 25 aprile 1912, Vol. 33, N. 17, pag. 425).
- *La grande centrale a 110.000 volt dello Stato di Ontario.* — J. TEICHMÜLLER. — (E. T. Z., 25 aprile 1912, Vol. 33, N. 17, pag. 422).
- *Sull'utilizzazione dell'energia elettrica per forza motrice.* — F. B. FLETCHER. — (El. W., N. Y., 30 marzo 1912, Vol. 59, N. 13, pag. 693).

Materiali.

- *Sulle proprietà dei dielettrici in campi alternativi.* — G. L. ADDENBROOKE. — (El., L., 1 marzo 1912, Vol. LXVIII, N. 21, pag. 829).
- *L'arrugginire del ferro verniciato.* — K. ARNDT. — (Z. El. ch., H., 1 aprile 1912, Vol. 18, N. 7, pag. 233).
- *Resoconto sui lavori della commissione pei materiali isolanti.* — H. PASSAVANT. — (E. T. Z., 2 maggio 1912, Vol. 33, N. 18, pag. 400).

Metodi e strumenti di misura.

- *Qualche apparecchio per la misura rapida delle resistenze.* — A. SOULIER. — (Ind. El., P., 10 aprile 1912, Vol. 21, N. 487, pag. 149).
- *Amperometri e Voltometri dinamometrici.* — J. L. D. RIDSDALE. — (Inst. E. E., L., marzo 1912, Vol. 48, N. 212, pag. 515).
- *Sugli errori nella determinazione delle perdite coll'apparecchio Epstein.* — K. SCHMIEDEL. — (E. T. Z., 11 aprile 1912, Vol. 33, N. 15, pag. 370).

Motori elettrici.

- *Il diagramma del cerchio per macchine ad induzione trifasiche.* — F. T. WALL. — (Inst. E. E., L. marzo 1912, Vol. 48, N. 212, pag. 499).
- *Il funzionamento dei motori a collettore a corrente alternata.* — F. NIETHAMMER e E. SIEGEL. — (El. Krb. Ba., Mü., 14 aprile 1912, Vol. X, N. 11, pag. 201).

- *Dispositivo automatico per l'avviamento di motori asincroni.* — N. PENSABENE - PEREZ. — (Inst. E. E., L., marzo 1912, Vol. 48, N. 212, pag. 484).
- *Corrente e fattore di potenza nel motore ad induzione.* — H. J. S. HEATHER. — (El., L., 15 marzo 1912, Vol. LXVIII, N. 23, pag. 912).
- *Motore sincrono ad avviamento automatico.* — C. J. FECHHEIMER. — (Am. Inst. E. E., aprile 1912, Vol. XXXI, N. 4, pag. 305).
- *Perdite nei motori ad induzione dovute all'eccentricità del rotor* — C. F. SMITH e E. M. JOHNSON. — (Inst. E. E., L., marzo 1912, Vol. 48, N. 212, pag. 546).
- *Curve di commutazione nei motori a commutazione polifasici.* — K. SCHENFER. — (El. u. Masch., W., 28 aprile 1912, Vol. XXX, N. 17, pagina 345).

Motori primi.

- *Scelta delle turbine.* — O. B. COLDWELL. — (Am. Inst. E. E., aprile 1912, Vol. XXXI, N. 4, pag. 363).
- *Gassogeno per gas povero a combustione rovesciata.* — L. JACOBITTI. — (El. R., 15 aprile 1912, Vol. XXI, N. 8, pag. 116).

Radiotelegrafia e radiotelefonìa.

- *Recenti esperienze di radiotelegrafia sintonica con antenna di terra.* — F. KIEBITZ. — (El., L. 8 marzo 1912, Vol. LXVIII, N. 22, pag. 868).
- *Alcune esperienze quantitative nella telegrafia senza fili a distanza.* — L. W. AUSTIN. — (El., L., 15 marzo 1912, Vol. LXVIII, N. 23, pagina 920).
- *Caratteristiche di funzionamento degli acrei ad ombrella.* — D. DAVRIN. — (El., L., 5 aprile 1912, Vol. LXVIII, N. 26, pag. 1042).
- *Effetti elettrostatici nei trasformatori ricevitori in radiotelegrafia* — G. W. O. HOWE. — (El. L., 29 marzo 1912, Vol. LXVIII, N. 25, pag. 1017).
- *La radiotelegrafia nelle Indie.* — H. MARCHAND. — (Cos., P., 11 aprile 1912, Vol. 61, N. 1420, pag. 397).
- *Sulla produzione di oscillazioni elettriche.* — A. S. M. SÖRENSEN. — (Inst. E. E., L., marzo 1912, Vol. 48, N. 212, pag. 472).

Telegrafia, telefonia e segnalazioni.

- *La teoria dei cavi telegrafici sottomarini.* — H. W. MALCOLM. — (El., L., 8 marzo 1912, Vol. LXVIII, N. 22, pag. 876).
- *Nella telegrafia a corrente alternata i segnali vengono ritardati?* BÈLA GATI. — (El., L., 12 aprile 1912, Vol. LXIX, N. 1, pag. 8).
- *Sulla telefonia a grande distanza.* — G. DI PIRRO. — (Riv. tec. d'El., 11 aprile 1912, N. 1565, pag. 238).
- *Ricerche oscillografiche sui relais telegrafici.* — J. ZELINSKO. — (El. u. Masch., W., 28 aprile 1912, Vol. XXX, N. 17, pag. 349).

- *Telegrafia e telefonia con corrente alternata a grandi distanze.* — A. MAIOR. — (E. T. Z., 25 aprile 1912, Vol. 33, N. 17, pag. 421).
- *L'impianto telefonico automatico di Chicago.* — E. ZOMPARELLI. — (El., R., 15 aprile 1912, Vol. XXI, N. 8, pag. 113).

Trasformatori e convertitori.

- *Cabine per trasformatori in cemento armato.* — TH. BÖHM. — (E. T. Z., 4 aprile 1912, Vol. 33, N. 14, pag. 347).

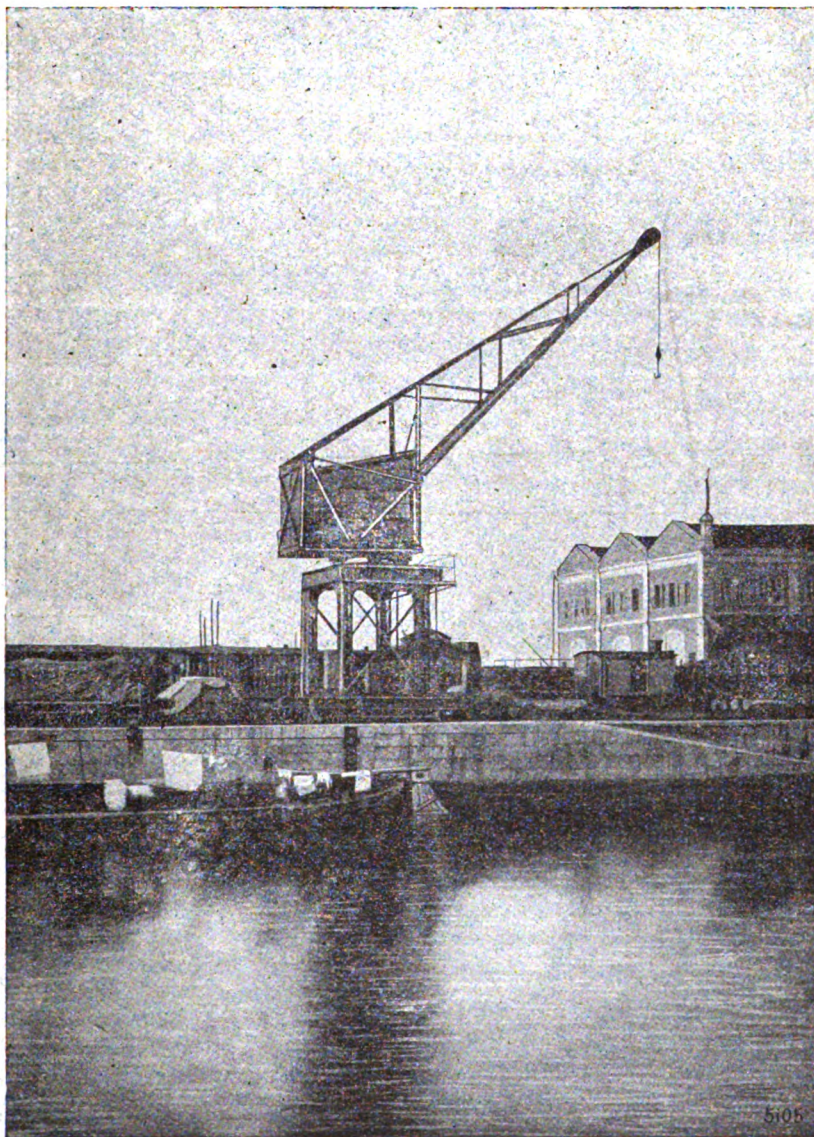
Trazione.

- *La locomotiva a corrente monofasica con raddrizzatore a corrente continua.* — A. SOULIER. — (El., L., 1 marzo 1912, Vol. LXVIII, Numero 21, pag. 825).
- *L'increspamento delle rotaie.* — A. SCHWARTZ e R. G. CUNLIFFE. — (El., L., 5 aprile 1912, Vol. LXVIII, N. 26, pag. 1045).
- *La ferrovia del Mittenwald.* — F. STEIN. — (E. T. Z., 25 aprile 1912, Vol. 33, N. 17, pag. 426).
- *La trazione trifase sulle linee ferroviarie dei Giovi e del Cenisio.* — P. VISCIDI. — (El. R., 1 maggio 1912, Vol. XXI, N. 9, pag. 129).
- *Importanza economica della produzione dell'energia negli impianti di tramvie elettriche.* — E. VIGLIA. — (El. R., 15 aprile 1912, Vol. XXI, N. 8, pag. 119).

933,318

SOCIETÀ' NAZIONALE DELLE OFFICINE DI SAVIGLIANO

Direzione, Via Genova 23, Torino - Officine in Savigliano e Torino



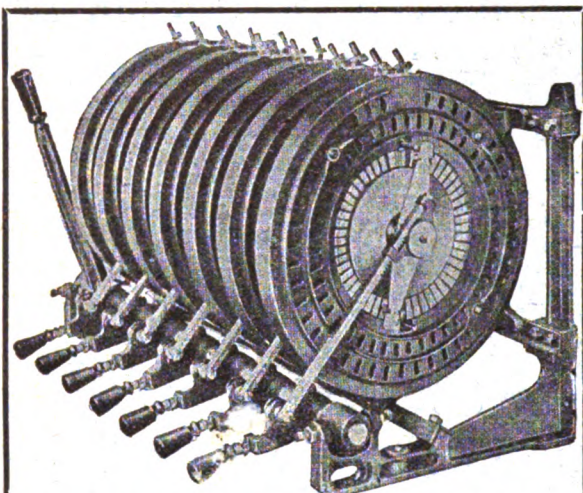
Gru girevole da Porto con Manovra Elettrica - Portata Kg. 3000 - Sbraccio 11,30

Macchine elettriche d'ogni tipo e potenza

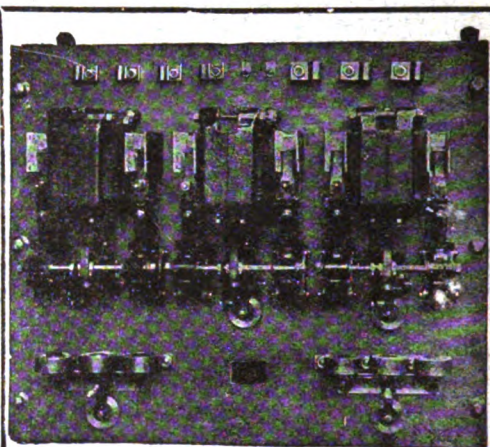
Costruzioni elettromeccaniche - Gru - Argani - Verricelli
Condotte forzate - Pali a traliccio - Coperture metalliche

Reostati - Avviatori - Regolatori

a mano ed automatici



Regolatore di luce per scena
a manovra per elementi e simultanea



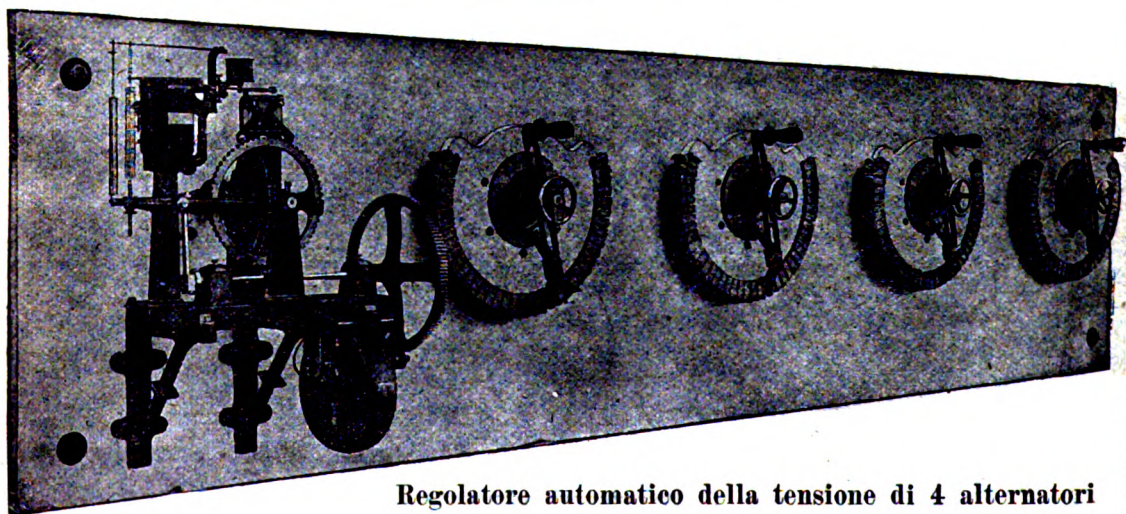
Avviatore automatico
per motore trifase comandante
una pompa centrifuga

Ing. S. BELOTTI & C. - MILANO

Telefono: 73-03

Corso P. Romana, 76-78

Telegrafo: INGBELOTTI



Regolatore automatico della tensione di 4 alternatori

REGOLATORI THURY-CUENOD

a regolazione istantanea per i più svariati casi di regolazione
di macchine e linee elettriche

Pubblicazione mensile.

Conto Corrente con la Posta.

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

UFFICIO CENTRALE

Telefono 20-86

Telegrammi ASSELITA

MILANO, Via S. Paolo, 10

Eretta in Ente Morale il 3 Febbraio 1910.

Diploma di benemerita all'Esposizione di Como nel 1889 — Gran Premio all'Esposizione di Saint Louis nel 1904 — Gran Premio all'Esposizione di Brescia nel 1910.

INDICE.

N. 1. Résumé des Conférences et des Communications contenues dans la présente livraison.	Pag. 621
» 2. Commemorazione del Prof. Antonio Pacinotti tenuta dal Prof. GUIDO GRASSI presso la Sezione di Torino	» 622
» 3. Motori trifasi a collettore — Comunicazione fatta alla Sezione di Genova dall' Ing. A. PUGLIESE	» 627
» 4. Sul comportamento dei filamenti di Tungsteno trafilato sotto l'azione della temperatura e delle vibrazioni — Nota del Prof. O. SCARPA della Sezione di Napoli	» 638
» 5. Il carbone bianco ed i combustibili — Comunicazione fatta dall' Ingegnere E. THOVEZ alla Sezione di Torino	» 642
» 6. Verballi delle Sezioni	» 650
» 7. Recensioni	» 657
» 8. Indice dei più importanti articoli pubblicati nei periodici	» 672
Pubblicata Industriale da I a XII e da XIII a XXII	

Le riciste che desiderano riprodurre qualcuno degli articoli qui stampati sono pregati di indicare che sono presi dagli Atti della A. E. I.

PROPRIETÀ LETTERARIA



MILANO

Stabilimenti Grafici STUCCHI, CERETTI & C.

16, Via S. Damiano — Via Vittadini, 5

1912

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

UFFICIO CENTRALE

MILANO = 10 - Via S. Paolo - 10 = MILANO

CONSIGLIO GENERALE

PRESIDENZA 1912-1914

Presidente LORI Prof. Ing. FERDINANDO — Padova;
Vici-Presidente BATTELLI On. Prof. ANGELO, ROMA — LOMBARDI Prof. Ing. LUIGI, Napoli —
SEMENZA Ing. GUIDO, Milano;
Segretario Generale PARVOPASSU Ing. Prof. CARLO, Padova;
Vice-Segretario Generale BIANCHI Ing. ANGELO, Milano;
Cassiere BARBAGELATA Prof. Ing. ANGELO, Milano.

Consiglieri rappresentanti le Sezioni per il 1912.

BOLOGNA — Amaduzzi Prof. Lavoro, *Presidente* — Raffi Ing. Pasquale;
CAPANIA — Fusco Ing. Francesco, *Presidente* — Carnazza On. Gabriello — Tricomi Ing. Bonaventura;
GENOVA — Rumi Prof. Ing. Cav. Uff. A. Sereio, *Presidente* — Königheim Ing. Sigismundo — Pugliese Ing. Augusto;
LIVORNO — Vivarelli Prof. Aristide, *Presidente* — Lodolo Ing. Cav. Alberto;
MILANO — Panzarasi Ing. Alessandro, *Presidenti* — Bertini Ing. Angelo — Civita Ing. Domenico — Conti Ing. Comm. Ettore — Danioni Ing. Filippo — Fenzi Ing. Fenzio — Gadda Ing. Giuseppe — Jona Ing. Emanuele — Motta Ing. Giacinto — Stucchi Prinetti Ing. Giacinto — Vannotti Ing. Ernesto;
NAPOLI — Lombardi Prof. Luigi, *Presidente* — Bonghi Cav. Ing. Mario — Curti Ing. Cav. Camillo Albino — Granfai Ing. Aslan — Vallauri Ing. Giancarlo.
PADOVA — Amati Ing. Giuseppe, *Presidente* — Milani Ing. Cav. Paolo;
PALERMO — Dina Prof. Ing. Alberto, *Presidente* — Buttafarri Ing. Gaetano;
ROMA — Del Buono Ing. Ulisse, *Presidente* — Ascoli Cav. Prof. Moisè — Majorana Prof. Comm. Quirino — Mengarini Comm. Prof. Guglielmo — Piola Prof. Francesco;
TORINO — Tedeschi Comm. In. Vittorio, *Presidente* — Grassi Comm. Prof. Guido — Jervis Ing. Tommaso — Ferraris Ing. Prof. Lorenzo — Guagno Ing. Enrico.

CONSIGLI DELLE SEZIONI.

BOLOGNA, Via Pietrafitta, 11 — *Presidente*: Amaduzzi Prof. Lavoro; *Vice-Pres.*: Donati Ing. Alfredo; *Segretario*: Palagi Ing. Torquato; *Cassiere*: Gasparini Ing. Cleto; *Consiglieri*: Calzoni Ing. Adolfo, Cesari Ing. Ettore, Mantegazzini Ing. Giovanni, Novi Cav. Ing. Michelangelo.
CATANIA, Via Euplio, 56 — *Pres.*: Fusco Ing. Cav. Francesco; *Vice-Pres.*: Boggioni Prof. Enrico; *Segretario*: Battaglia Ing. Mario; *Cassiere*: Calzoneri Ing. Domenico; *Consiglieri*: Colacluri Ing. Protessa, Vincenzo, Fichera Ing. G. B., D'Amico Ing. Prof. Giuseppe, Tonkowitz Ing. Francesco.
GENOVA, Via Interiano, 3-6 — *Pres.*: Rumi Prof. Ing. A. Sereio; *Vice-Pres.*: Ronco Prof. Ing. Nino; *Segretario*: Anfossi Ing. Giovanni; *Cassiere*: Cappellini Cav. Vittorio; *Consiglieri*: Garibaldi Ing. Prof. Cesare, Galliano Ing. Salvatore, Dossmann Ing. Gustavo, Piliogio Ing. Carlo.
LIVORNO, Via Scili del Pesce, 2 — *Presidente*: Vivarelli Prof. Aristide; *Vice-Pres.*: Rosselli Ing. Cav. Angelo; *Segretario*: Dalmedico Ing. Gustavo; *Cassiere*: Atan Ing. Gualberto; *Consiglieri*: Vespignani Cav. Giuseppe, Vivarelli Ing. Virginio.
MILANO, Via S. Paolo, 10 — *Pres.*: Panzarasi Ing. Alessandro; *Vice-Pres.*: Merizzi Ing. Giacomo; *Segretario*: Campos Ing. Gino; *Cassiere*: Bianchi Ing. Angelo; *Consiglieri*: Arcio Ing. Vittorio, Brioschi Ing. Franco, Belluzzo Ing. Prof. Giuseppe — Carcano Ing. E. Francesco — Piazzoli Ing. Emilio.
NAPOLI, Via Chiola, 218 — *Presidente*: Lombardi Prof. Luigi; *Vice-Pres.*: Pizzuti Ing. Michele; *Segr.*: Massari Ing. Marino; *Cassiere*: Sguzzese Ing. Achille; *Consiglieri*: Boubée Prof. Comm. F. C. Paolo, Ferrari Ing. Carlo, Indaco Prof. Vincenzo, Liguori Ing. Pirro, Ragno Prof. Saverio, Ruffolo Ing. Francesco.
PADOVA, Via Dante, 38 — *Presidente*: Amati Ing. Giuseppe; *Vice-Pres.*: Lo I Prof. Ing. Ferdinando; *Segret.*: Levi Da Zara Dott. Mario; *Cassiere*: Turazza P. of. Giacinto; *Consiglieri*: C. rinaldi Ing. Amedeo, Girazolo Ing. Giuseppe.
PALERMO, Via Maqueda, 175 — *Presidente*: Dina Ing. Prof. Alberto; *Vice-Pres.*: Pagliani Prof. Cav. Stefano; *Segretario*: Santangelo Ing. G. Battista; *Cassiere*: Mastriichi Prof. Felice; *Consiglieri*: Arena Prof. Ing. Oreste, Ova za Prof. Elia.
ROMA, Via delle Muratte, 70, (Palazzo dei Sabini) — *Presidente*: Del Buono Ing. Ulisse; *Vice-Pres.*: Revessi Ing. Prof. Giuseppe; *Segretario*: Carletti Ing. Aurio; *Cassiere*: Lattes Comm. Ing. Orest; *Consiglieri*: Biagini Ing. Augusto, Bordoni Ing. Prof. Ugo, Corbino Prof. O. Mario, Di Piro Comm. Prof. Giovanni, Fano Ing. Guido, Faranda Cav. Ing. Alberto.
TORINO, Galleria Nazionale — *Pres.*: Tedeschi Comm. Ing. Vittorio; *Vice-Presidente*: N. N.; *Segretario*: Ing. Palestro Ing. Carlo; *Cassiere*: Luino Andrea; *Consiglieri*: Bisazza Ing. Cav. Giuseppe, Forster Ing. Paolo, Megardi Ing. Giuseppe, Rossi Prof. Andrea, Trasciatti Ing. Cav. Angelo, Valabrega Ing. Raffaele.

Presidenti antecedenti:

Prof. Comm. Galileo Ferraris (dal 27 Dicembre 1896 al 7 Febbraio 1897)
— Prof. Comm. Giuseppe Colombo (1897-1899) — Prof. Comm. Guido Grassi (1900-1902).
Prof. Comm. Moisè Ascoli (1903-1905) —
Ing. Cav. Emanuele Jona (1906-1908) — Ing. Prof. Luigi Lombardi (1909-1911).

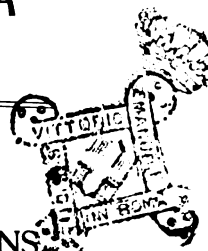
MEMBRI DEL COMITATO DI REVISIONE DELLE NORME.

Prof. Ing. Loris Ferdinando, *Presidente* — Ing. Fano Guido — Ing. Prof. Ferraris Lorenzo — Ing. Giacinto Motta — Ing. Pontiggia Luigi — Ing. Salvadori Riccardo — Ing. Bonghi Mario (Napoli) — Ing. Carazzolo Giuseppe (Padova) — Ing. Dalmedico Gustavo (Livorno) — Ing. Del Buono Ulisse (Roma) — Prof. Dina Alberto (Palermo) — Ing. Jona Emanuele (Milano) — Ing. Königheim Sigismund (Genova) — Prof. Majorana Quirino (Roma) — Ing. Marcati Salvatore (Bologna) — Ing. Morelli Ettore (Cons. Gen.) — Ing. Raffi Pasquale (Bologna) — Ing. Semenza Guido (Cons. Gen.) — Ing. Soleri Elio (Torino) — Ing. Trossarelli Ottavio (Torino) — Sig. Utilli Giuseppe (Napoli) — Ing. Vannotti Ernesto (Milano) — Ing. Vismara Emirico (Catania).

ATTI

DELL'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

Ufficio Centrale: MILANO



N. 1.

RÉSUMÉ DES CONFÉRENCES ET DES COMMUNICATIONS CONTENUES DANS LA PRÉSENTE LIVRAISON

G. GRASSI. — Commémoration de A. Pacinotti.

A. PUGLIESE. — Moteurs triphasés à collecteur.

L'auteur expose une théorie élémentaire de ces moteurs et il en déduit les qualités les plus remarquables.

Après avoir brièvement décrit les moteurs construits par la Société A. E. G. il explique quelque diagramme de fonctionnement.

Il mentionne enfin les principales applications de ces moteurs.

O. SCARPA. — Sur l'action de la température et des vibrations sur les filaments étirés de tungstène.

L'A. trouve qu'en soumettant les filaments des nouvelles lampes *Osram* (à fil étiré) aux vibrations imprimées par le courant alternatif (Voir les notes du même A. dans ces Actes: Janvier 1908 e Janvier 1909) et à l'action prolongée de la température de fonctionnement normal, le métal acquiert une structure cristalline très semblable à celle qu'il a observée dans les filaments de tungstène non étirés, et très différente de celle des filaments de tantalum étirés.

Il en déduit que le courant alternatif ne doit pas trop endommager les nouvelles lampes.

E. THOVEZ. — La houille blanche et les combustibles.

L'auteur fait remarquer que l'utilisation de la *houille blanche* est encore très mauvaise chez nous, et que l'importation du charbon, surtout de l'Angleterre est très forte, et augment tousjours. Il passe en revue les moyens pour mieux utiliser les chutes d'eau et pour produire à l'aide de la force hydraulique des combustibles portatifs ou des corps pouvant les développer économiquement. Ensuite il fait remarquer que les moteurs thermiques ont des rendiments forcément très bas, et qu'il y aurait de grands avantages à remplacer les générateurs thermiques par des générateurs électriques, et à se servir pour les besoins d'énergie dynamique du moteur électrique au lieu des moteurs thermiques, — et il indique quelques aperçus dans cet ordre d'idées.

N. 2.**COMMEMORAZIONE DEL PROF. ANTONIO PACINOTTI**

*tenuta dal Prof. GUIDO GRASSI presso la Sezione di Torino
il 17 maggio 1912.*

È la prima volta che ci aduniamo dopo la morte del Prof. Pacinotti nostro Presidente onorario, ed io ben volentieri prendo la parola per onorarne la memoria, aderendo al cortese invito fattomi dal Presidente della nostra Sezione.

So bene che non è davanti a voi, davanti ad una assemblea di Elettrotecnici, che io devo spendere parole per ricordare l'invenzione che rese celebre il nome di Antonio Pacinotti, per dimostrare l'importanza che essa ebbe nel campo della elettrotecnica. Io vi dirò piuttosto della sua invenzione in rapporto coll'uomo considerato come studioso e come scienziato.

Antonio Pacinotti era nato a Pisa nel 1841 ed ebbe la prima idea della sua macchina nel 1859; aveva dunque 18 anni. Da poco tempo aveva preso parte alla guerra in Lombardia, nel 1859, come soldato del genio, e, ritornato a Pisa per continuare i suoi studi, era nel 1860 ancora studente quando costruiva il primo modello della sua macchinetta elettromagnetica. Egli stesso riferisce, in una lettera diretta nel 1871 al Prof. Jamin dell'Accademia delle Scienze di Parigi, che quella macchinetta costruita nel 1860 aveva l'armatura ad anello, cioè ad elettrocalamita trasversale, come egli la chiamava, e funzionava da motore elettrico; ma, soggiunge, fin d'allora l'aveva fatta funzionare da generatrice di corrente continua.

Però la descrizione di questa macchina non fu resa pubblica dal Pacinotti che cinque anni più tardi all'incirca, nel volume del Nuovo Cimento per l'anno 1864, volume o fascicolo che, è bene avvertire, uscì soltanto nel Maggio del 1865. Infatti lo stesso Pacinotti racconta in una lettera al Direttore del periodico « L'Elettricista », che quando egli si recò a Parigi nel Luglio del 1865 la pubblicazione della sua memoria nel Nuovo Cimento era avvenuta appena da due mesi.

Non è senza interesse il ricordare questi particolari, perchè essi servono a provare due cose.

Anzitutto il Pacinotti, affatto alieno dall'idea di approfittare della sua invenzione per farne una speculazione industriale, evidentemente dovette trovar necessario di meditarvi sopra, di ripetere esperimenti, di perfezionare insomma la sua macchina; non è improbabile che abbia avuto sul principio qualche

dubbio; certo è che dovette avere di mira soprattutto di accertarsi che la sua invenzione fosse in tutto conforme a' suoi desideri, che i risultati ne fossero sicuri. Dubbi e desideri naturalissimi se si pensa che era l'epoca in cui, ancora studente, stava per addottorarsi in scienze, per darsi poi alla carriera dell'insegnamento. Scolaro di Riccardo Felici, fisico eminente, maestro nell'arte di sperimentare, doveva il Pacinotti, educato a quella scuola aver l'abitudine di andar guardingo prima di azzardarsi a render pubblici i risultati di quelle sue prime ricerche, di quei suoi primi esperimenti.

In secondo luogo il fatto che dopo cinque anni il Pacinotti si decide a riassumere nella nota inviata al Nuovo Cimento la descrizione e la spiegazione della sua nuova macchina, dimostra che l'autore da cotesta lunga meditazione si era convinto d'aver fatto cosa buona, e appunto perchè quelle poche pagine vanno considerate come il frutto di una lunga meditazione, dobbiamo credere che ciò che vi è scritto fu profondamente pensato e ogni particolare di quella nota acquista maggior valore.

È vero che spesse volte guidati e illuminati dai risultati di studi e di applicazioni recenti, si pecca nel vo'er trovare negli scritti dei precursori più di quello che essi intesero di porvi, se una corrente di simpatia ci muove in loro favore.

Ma nel caso del Pacinotti ciò non accade; non occorre alcuno sforzo; quanto più si rilegge il suo scritto, quanto più si riflette alle circostanze che accompagnarono i suoi studi, più cresce la persuasione che l'opera sua fu veramente assai più completa e più importante di quanto apparve al primo giudizio.

Pochi mesi fa Antonio Pacinotti davanti ad una importante assemblea, che gli tributava solenni onori, si schermiva dal plauso ripetendo esser ben poca cosa quello ch'egli aveva fatto, e ben poca l'importanza ch'egli vi aveva dato. Ma quelle parole non esprimevano la verità; esse mi fecero l'impressione di esser dettate dalla commozione che il plauso dei presenti destava nell'animo suo, che aveva l'abitudine di obbedire a un sentimento di modestia veramente ammirevole; la sua lingua era da molti anni avvezza a pronunciare parole simili e non avrebbe potuto pronunciarne altre senza correre il rischio di far credere ad un sentimento d'orgoglio di cui l'animo suo era assolutamente incapace. Quelle parole, ripeto non esprimevano la verità; è impossibile non esser convinti che il Pacinotti sapeva, non ora, ma allora, quando pubblicava la descrizione della sua macchina, quali ne fossero i pregi. Nel primo periodo della sua Nota de' 1864, quando nessuno pensava a lui, scriveva: « Ebbi occasione di far costruire ne' 1860 un modello di macchina elettromagnetica da me immaginata e ora mi risolvo a descriverla ». E immediatamente ne enuncia le due proprietà fondamentali, cioè che funziona da motore con costanza di azione e quindi con maggiore regolarità dei motori fin'allora noti; e in secondo luogo che funziona da macchina magnetoelettrica per fornire una corrente continua.

È bello anzi vedere come dopo aver lasciato maturare, per così dire, la sua invenzione nella sua mente, senza fretta, per quattro anni, egli sia riuscito a darci una spiegazione completa ed esattissima, una interpretazione

rigorosamente scientifica del funzionamento di tutte le parti essenziali della sua macchina. Educato come dissi ad ottima scuola, bisogna dire che egli si decise a pubblicare la sua invenzione soltanto quando la sua cultura scientifica gli permise di apprezzarne con sicurezza tutto il valore.

E si comprende che appunto allora, pochi mesi dopo la pubblicazione, egli approfittasse di trovarsi a Parigi per procurare di divulgare la sua invenzione e cercasse i mezzi per farne applicazione su più vasta scala, rivolgendosi ad abili costruttori. Che se la fortuna non gli arrise, non voglio intrattenermi a indagarne, o a cercare di indovinarne i motivi.

Permettete che io non mi indugi sulla incresciosa polemica relativa alla apparizione della macchine Gramme ed alla priorità del Pacinotti. Soltanto mi sia lecito esprimere a questo riguardo la meraviglia che una tale polemica abbia potuto nascere e costringere uomini insigni a prendere le difese del Pacinotti. Poichè si potrà discutere se il Gramme abbia ideato l'anello di sua completa iniziativa o se invece abbia preso l'ispirazione dal Pacinotti; e quindi si potranno mettere sulla bilancia diversi pesi per valutare il merito del Gramme. Ma sul fatto che il Pacinotti sia l'inventore primo del motore e della dinamo a corrente continua non è possibile alcuna discussione. E in tutti gli altri casi simili quando uno ci presenta una invenzione che è già stata fatta da un altro tre o quattro anni prima nessuno pensa mai a togliere un po' di merito al primo inventore per attribuirne al secondo.

È degno di nota poi che l'invenzione del Pacinotti fu più completa di quella del Gramme. L'ordine che seguiamo solitamente nei nostri trattati di elettrotecnica fa sì che spesso si fa la storia della dinamo al rovescio.

Nel 1873 nove anni dopo che il Pacinotti aveva fatto conoscere la sua invenzione, il Fontaine, riferendo sulle macchine Gramme esposte alla mostra di Vienna, dopo aver detto che la macchina Gramme era stata ideata per produrre elettricità mediante una forza motrice, viene a parlare della sua reversibilità e soggiunge: « *Les machines Gramme ont donné lieu à Vienne à une expérience des plus curieuses* » e sembra sorpreso di vedere una dinamo che alimentata da una corrente *agissa't en véritable moteur électrique*. Il fatto era veramente di capitale importanza: ma esso era contenuto integralmente nella invenzione Pacinotti. Il Prof. Silvanus Thompson più tardi nel suo notevole trattato sulle dinamo insistette su questo punto, riportando la descrizione, riproducendo il disegno della macchina Pacinotti e citando le parole testuali colle quali il Pacinotti spiega la reversibilità della sua macchina, parole alle quali lo stesso Thompson dava una grandissima importanza. E infatti il Pacinotti si preoccupa anzitutto di mettere in evidenza la proprietà essenziale dell'anello di dar luogo ad una coppia motrice costante, e il primo esperimento ebbe lo scopo di riconoscere se, come egli sperava, il nuovo motore avesse un rendimento migliore in confronto dei motori elettromagnetici fin allora conosciuti.

Il Pacinotti fu anzitutto uno studioso e si comprende che nella sua posizione di professore di fisica si trovasse nell'occasione di rivolgere la sua mente di preferenza a problemi di carattere scientifico; tuttavia egli mostra ben spiccata anche la tendenza a ricercare l'applicazione pratica dei risultati d'una

ricerca scientifica. La sua invenzione fondamentale è essenzialmente tecnica; non è un trovato scientifico, non la scoperta di un fenomeno, e neppure lo studio di una legge fisica; è una ingegnosa combinazione e applicazione di fenomeni noti, e lo scopo è puramente tecnico; non si ottiene un effetto nuovo, ma l'effetto noto si ottiene in condizioni così favorevoli da acquistare una importanza pratica enorme.

Ingegnosa e avente pure uno scopo pratico è la proposta del Pacinotti di usare la sua elettrocalamita trasversale per la riproduzione degli angoli. È una specie di telegrafo a quadrante per trasmettere segnali, e il Pacinotti ne suggerisce diverse applicazioni, tutte plausibilissime; per esempio a trasmettere le indicazioni di un molinello di torsione, a indicare a distanza la posizione di una valvola, di un registro, il numero di giri di una macchina, le escursioni di un meccanismo qualsiasi.

Nella sua lunga carriera di professore il Pacinotti lavorò pure in parecchi altri campi, e son degni di nota per genialità di condotta e per copia di risultati fra i primi suoi lavori le ricerche sulle correnti elettriche generate dalla azione del calore e della luce; poi gli studi intrapresi nel 1874 e 1875 quando era professore a Cagliari, sulla elettricità data per attrito dalle coppie. Si occupò negli ultimi anni anche di macchine agricole e di questioni meccaniche, e fece molte interessanti esperienze sull'adesione e sull'attrito di sfregamento fra vari corpi. Però di quando in quando egli ritornava volentieri alla sua prima invenzione per studiarne qualche variante o qualche applicazione. Fra l'altre nel 1874 ideò e costruì un indotto con avvolgimento ch'egli chiamò *a gomitollo*, e che corrisponde, per il modo com'eran disposte le spire, a quello che oggi si chiama indotto a tamburo; ma in ciò era stato prevenuto dall'Hefner Alteneck. Nè egli si trovava in condizioni di poter attendere a perfezionamenti di carattere costruttivo, e d'altronde il disegno della sua invenzione era completo fin da principio nelle sue linee essenziali e così rimase.

La dinamo si venne perfezionando per merito di numerosi elettricisti e costruttori; se ne idearono tipi svariatissimi, distinti per mille particolari ingegnosi, dei quali però molti non resistettero alla prova pratica, e di tante varianti che si credettero perfezionamenti la maggior parte ebbe vita effimera; ma ciò che rimase invariato fu il dispositivo ideato dal Pacinotti.

Egredi colleghi, son trascorsi ben pochi mesi da quando noi ci reputammo fortunati di ospitare fra noi il nostro Presidente onorario, ed eravamo accorsi intorno a lui per rendergli onore, per tributargli quell'omaggio di ammirazione che sgorgava dal nostro cuore: ammirazione per l'opera di lui, che ridondava a gloria del nostro paese, omaggio di simpatia per l'uomo venerando e buono, che col suo modesto sorriso ci si mostrava lieto e riconoscente. E noi godemmo in quei giorni di vedere intorno al Pacinotti riunirsi, oltre ai soci nostri, molti fra i più insigni elettricisti stranieri, che, trovandosi fra noi per partecipare al Congresso delle Applicazioni Elettriche, si assieciarono al nostro plauso e vollero iscrivere i loro nomi accanto ai nostri nell'album commemorativo, che in quella occasione fu offerto al Pacinotti.

Molti di voi ricorderanno le belle e nobili parole pronunciate da uno fra i più insigni rappresentanti stranieri al Congresso, dal prof. Silvanus Thomp-

son, che volle rammentare come la Istituzione degli Ingegneri Elettricisti di Londra nel 1902 ascriveva ad onore di nominare suo Socio Onorario il Pacinotti, soggiungendo che in quell'epoca l'elenco dei Soci Onorari comprendeva soltanto altri tre nomi, quelli di Lord Kelvin, di Mascart, di Wilde.

A così breve distanza di tempo è veramente un contrasto doloroso rievocare quel momento per dover sostituire al plauso il rimpianto. Ma il rimpianto per la perdita dolorosa non soffoca il plauso, poichè questo sgorgherà sempre rinnovato dai nostri cuori tutte le volte che alla nostra mente si riaffaccerà il glorioso nome e la simpatica figura di Antonio Pacinotti.

GUIDO GRASSI.

N. 3.**MOTORI TRIFASI A COLLETTORE**

*Comunicazione fatta alla Sezione di Genova dal Socio Ing. AUGUSTO PUGLIESE
nella Seduta del 12 Aprile 1912*

Il motore ad induzione per la sua pratica semplicità e per le sue specifiche proprietà, prima fra le altre la notevole copia di smarrimento, la capacità di sopportare notevoli sopraccarichi, la marcia costante indipendente dalle variazioni del carico, l'assenza di qualsiasi organo delicato o complesso, ha grandemente contribuito alla diffusione dell'azionamento elettrico. Però col perfezionarsi della tecnica che pone ogni giorno all'elettricista nuovi, differenti e talvolta assai complessi problemi, si è fatta ogni giorno più sentita la necessità di un motore trifase nel quale sia possibile senza eccessive difficoltà e dissipazione di energia variare il numero dei giri entro limiti sufficientemente estesi. Non occorre ricordare che col motore ad induzione l'unico mezzo veramente pratico per una regolazione graduale è quello di inserire resistenza sul rotore, con che va dannosamente dissipata una notevole quantità d'energia. Ma anche tollerando questo inconveniente il metodo non è applicabile che in limiti poco estesi, perchè la caratteristica del motore inserendo resistenza nel rotore si allarga e tende a trasformarsi in una retta. Oltre il 30 % il funzionamento non è più stabile e già al 50 % ad ogni piccola variazione di carico risponde una variazione di velocità.

Pertanto in quasi tutti i casi in cui occorre una variazione di velocità con condizioni normali di marcia, prima che ad una trasformazione in corrente continua converrà ricorrere ai motori trifasi a collettore, i quali in via normale permettono una regolazione da 1 a 3 ed in casi speciali, come per esempio nelle rotative a stampare e nelle macchine per stampa-tessuti, possono per poco tempo scendere coi giri anche molto al disotto di questo rapporto.

★★

Nelle sue linee principali un motore trifase a collettore consta di uno statore trifase e di un rotore analogo all'indotto di un motore a corrente continua con collettore e spazzole. Dando corrente tanto allo statore che al rotore questo imprende a girare e può sviluppare una coppia.

Non è a credersi che soltanto in questi ultimi anni i tecnici abbiano pensato al motore a collettore, chè anzi troviamo già registrati nel 1890 brevetti

riguardanti questo argomento. Ma allora era tanto grande ed universale la prevenzione contro il collettore, che nessuno avrebbe pensato seriamente ad applicare quest'organo ai motori per corrente alternata con criteri e scopi industriali.

La tecnica ha dimostrata infondata questa prevenzione eliminando in misura praticamente completa tutti gli inconvenienti che per l'addietro in causa della imperfetta conoscenza delle leggi della commutazione si addebitavano al collettore; ed ora può disporre di un motore per corrente alternata a velocità regolabile in limiti prossimi a quelli conseguibili nei motori a corrente continua e con analoghe modalità.

★★

Ad una descrizione del motore nonchè ad una disamina delle sue più essenziali caratteristiche di funzionamento converrà far precedere una breve sua teoria elementare.

Su di un nucleo di ferro siano avvolte le due spirali P e S (fig. 1) aventi la prima W_1 e la seconda W_2 — spire. Se ai capi della spirale P applichiamo la tensione E_1 , essa sarà percorsa da una determinata corrente J_1 che magnetizzando il ferro indurrà una f. e. m. sopra la spirale S . Ma se applichiamo anche ai capi di S una tensione E_2 di pari frequenza ma diversa in grandezza e in fase da E_1 , allora anche S sarà percorsa da una corrente J_2 e agirà a

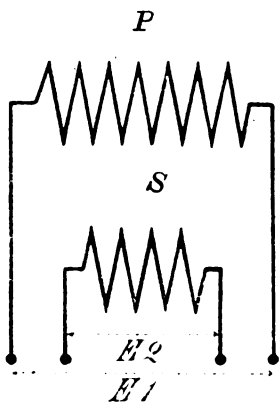


Fig. 1.

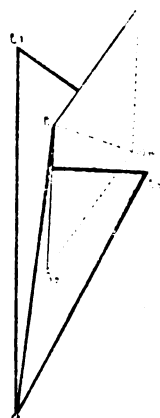


Fig. 2.

sua volta per induzione sulla spirale P modificando il flusso nel ferro. Si stabilirà pertanto nel sistema un equilibrio elettro-magnetico corrispondente ad una data magnetizzazione del ferro. Il tutto come se si avesse un'unica spirale magnetizzante percorsa dalla corrente (J_m) impressa dal potenziale E . Dati E_1 ed E_2 e con esse le correnti J_1 ed J_2 , diventa senz'altro possibile determinare come appare dal diagramma della fig. 2 la (J_m) e la (E).

E precisamente mentre J_m è semplicemente la risultante di J_1 ed J_2 , la E sarà la componente dei vettori E_1 ed E_2 nonchè dei quattro vettori che rappresentano le cadute ohmiche ed induttive che si verificano nelle due spirali pel fatto che esse sono percorse dalle due correnti nominate.

Consideriamo ora un circuito magnetico come quello che si ha in un motore trifase a collettore quale fu brevemente descritto e come è schematicamente rappresentato nell'a fig. 3.

Ivi l'avvolgimento esterno dello statore sta al posto ad es. della spirale P mentre l'avvolgimento del rotore collegato al collettore ed alle spazzole sarebbe la spirale S : i due avvolgimenti sono poi concatenati col circuito magnetico del motore.

I due sistemi delle fig. 1 e 3 teoricamente fino ad ora si equivalgono. Ma se nel secondo sistema si aggiunge un campo (F) di determinata intensità e fase e di direzione perpendicolare all'asse delle spazzole, allora si hanno due campi magnetici le cui direzioni fanno in ogni istante un certo angolo fra

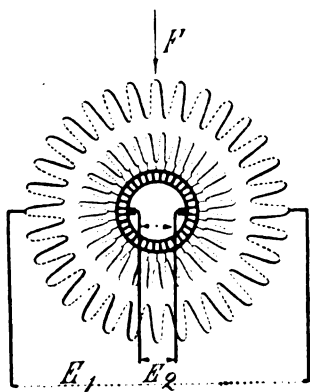


Fig. 3.

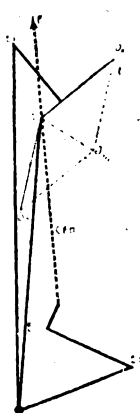


Fig. 4.

loro. Sono dunque verificate tutte le condizioni necessarie perchè si produca una coppia motrice per cui la parte mobile imprende a girare ed avremo un motore.

Per effetto della rotazione dell'indotto entro il campo (F) si sviluppa nel suo avvolgimento una f. c. e. m. — CF_n — in fase con F e di grandezza variabile a seconda del numero dei giri. Il diagramma pertanto si modificherà così come è indicato nella fig. 4 il quale oltre ad E_1 ed E_2 ed alle cadute di potenziale ohimiche ed induttive contiene altresì la componente dovuta al campo (F).

Da questo diagramma che è il diagramma fondamentale del motore ed al quale è riferita tutta la presente trattazione risulterà senz'altro che nell'ipotesi di tenere costante la tensione E , applicata allo statore, noi possiamo variare o simultaneamente o indipendentemente tutte le altre grandezze che influiscono sul funzionamento del motore, cioè o la tensione dell'indotto o la velocità di rotazione o la intensità del campo. E precisamente mantenuto costante, così come avviene nel motore trifase, il campo F e riferita la tensione tanto nello statore come nel rotore ad ogni singola spira, considerando cioè i valori $\frac{E_1}{W_1}$ e $\frac{E_2}{W_2}$, si ha senz'altro dal diagramma della fig. 4 come vari la velocità.

Se la componente $CF_{\parallel}$ dovuta all'a rotazione dell'avvolgimento indotto nel campo F) è 0 il motore non gira. Vale a dire che in questo caso le due tensioni pro spira impresse allo statore ed al rotore sono uguali e si equilibrano. Ma se la tensione pro spira del rotore $\frac{E_2}{W_2}$ è inferiore a $\frac{E_1}{W_1}$ allora per ristabilire l'equilibrio elettro-magnetico, così come è richiesto dal diagramma dovrà prodursi ed intervenire la componente $CF_{\parallel}$ la quale dovrà aumentare man mano che la $\frac{E_2}{W_2}$ diminuisce. Quando questa è uguale a 0 il motore avrà raggiunto il sincronismo quale è determinato dalla frequenza della corrente e dal numero dei poli dello statore. Se $\frac{E_2}{W_2}$ diventa negativo il motore gira con velocità superiore al sincronismo e raggiunge il doppio del sincronismo quando $\frac{E_2}{W_2}$ è ancora uguale a $\frac{E_1}{W_1}$ ma opposto di fase.

Teoricamente dunque il motore è regolabile entro 0 giri ed il doppio del sincronismo.

..

Vediamo ora come si applichino le due tensioni E_1 ed E_2 e come si ottenga il campo F . Consideriamo anzitutto un motore monofase nel quale statore e rotore siano messi in serie.

Un siffatto motore che ebbe pratiche applicazioni presenta gravi inconvenienti. Anzitutto non essendo uguali i coefficienti di selfinduzione nel rotore e nello statore, si ha un forte sfasamento della corrente. In secondo luogo in causa dell'azione di trasformazione esercitata dallo statore sulle spirali del rotore in corto circuito sotto le spazzole, le scintille al collettore sono molto più intense. I mezzi impiegati per attutire il scintillamento cioè la scelta di spazzole speciali, l'inserzione di resistenze tra il collettore e l'avvolgimento, la diminuzione della tensione tra due contigue lamelle del collettore, non hanno che un'efficacia limitata. Meglio è ricorrere ad un campo suppletivo che come nei motori a corrente continua con poli di compensazione induca nelle spirali situate sotto le spazzole una f. e. m. uguale e contraria a quella di corto circuito. Questo si può ottenere applicando un secondo sistema di spazzole a 90° chiuse tra loro in corto circuito. Si ha così un trasformatore nel quale lo statore costituisce il primario e le spirali comprese tra le dette spazzole rappresentano il secondario. Il campo trasversale che ne risulta annulla anzitutto lo scintillamento. Ma se ben si considera riferendosi al diagramma della fig. 4 si vede subito che esso non è altro che il campo utile F). Inoltre una parte di questo campo può essere riserbato per compensare lo spostamento di fase come è chiarito in seguito.

Nel motore trifase essendo la risultante di due fasi perpendicolare alla terza fase non occorre più il sistema di spazzole in corto circuito, ma si ha senz'altro il campo trasversale di compensazione come risulta dalla fig. 5.

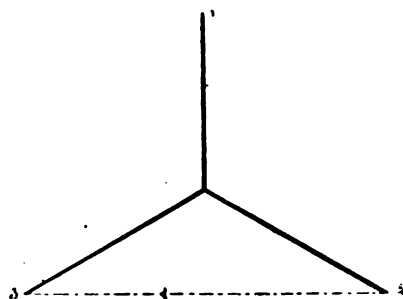


Fig. 5.

**

Anzichè in serie il rotore può essere messo in parallelo allo statore e precisamente mediante un trasformatore con rapporto di trasformazione variabile così come è rappresentato nella fig. 6.

Invece che ricorrere ad apposito trasformatore ci si può anche servire di parte dell'avvolgimento dello statore come auto-trasformatore secondo è indicato

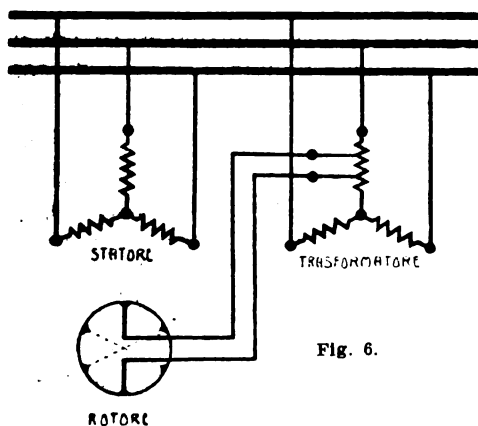


Fig. 6.

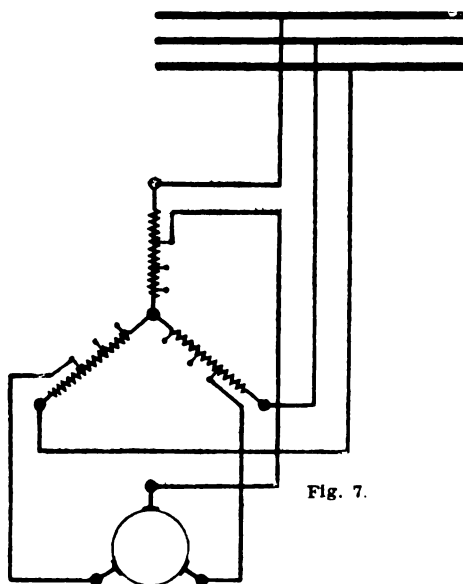


Fig. 7.

nella fig. 7. Per gli attacchi prima del punto neutro la velocità inferiore al sincronismo e si raggiunge il sincronismo quando tutti e 3 gli attacchi coincidono col punto neutro dello statore. Per avere velocità oltre il sincronismo basta spostare il punto neutro e destinare a questo scopo un'opportuna parte delle

tre fasi così come è schematicamente rappresentando dalla fig. 8. In queste porzioni dell'avvolgimento la tensione è evidentemente invertita di fase.

Finalmente si può ancora destinare una parte dell'avvolgimento dello stator ad attutire le scintille ed a compensare il $\cos \varphi$. A tal uopo basta sostituire

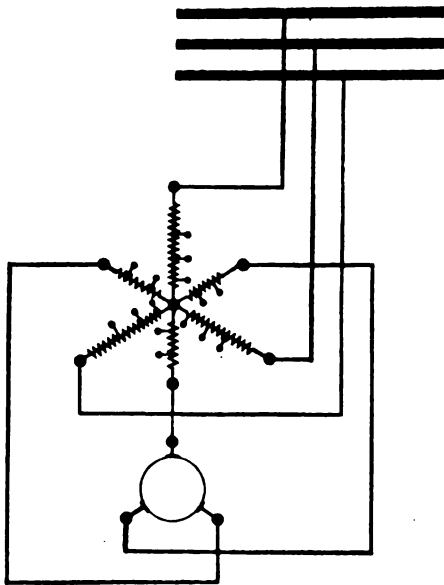


Fig. 8.

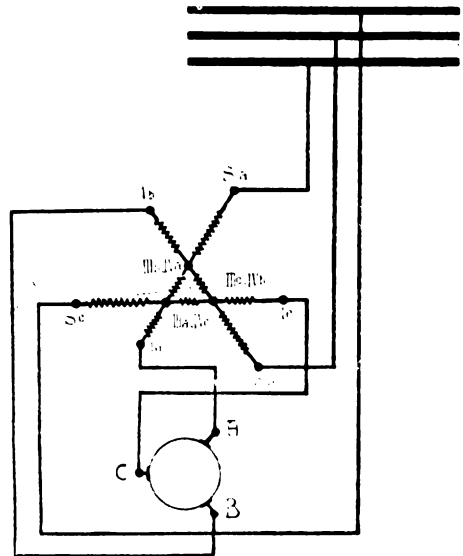


Fig. 9.

il punto neutro con un triangolo destinando quest'ultima parte dell'avvolgimento allo scopo in questione (fig. 9).

Nel diagramma fig. 4 si vede che variando E_2 varia l'angolo E_1-E_2 per cui teoricamente ad ogni velocità corrisponde una determinata f. e. m. di compensazione. Occorrerebbe dunque variare continuamente il triangolo di compensazione. Praticamente basta che il $\cos \varphi$ si avvicini all'unità per le velocità prossime e superiori al sincronismo lasciando che se ne scosti per le velocità inferiori nei quali il carico è effettivamente basso e la durata di funzionamento quasi sempre breve. Per cui si hanno ordinariamente una sola serie e solo qualche volta due serie di attacchi di compensazione.

Come sopra è chiarito teoricamente la velocità è variabile da 0 giri al doppio del sincronismo, praticamente la variazione è limitata da 50 % sotto fino al 50 % sopra al sincronismo. A più estese variazioni di velocità si ricorre soltanto in casi molto speciali e con motori costruiti con adatti criteri.

★★

Mentre la regolazione dei motori in derivazione si fa variando la tensione alle spazzole, nei motori in serie la si ottiene spostando le spazzole sul collettore. Qui essendo la stessa corrente che produce il campo di eccitazione e quello di lavoro, se noi scomponiamo quest'ultimo in due componenti una pa-

parallela ed una normale alla direzione del campo d'eccitazione, vediamo che la componente normale è zero quando le spazzole stanno sotto ai corrispondenti poli dello statore ed è massima quando le spazzole se ne scostano fino a 90° . In queste due posizioni estreme il motore non ha copia perchè nella prima non ha corrente di lavoro e nella seconda non ha eccitazione. La velocità dunque parte da un minimo raggiunge un massimo e torna a discendere fino a 0.

Considerando ancora una volta il diagramma della fig. 4 vediamo che mentre nel motore in derivazione spostando le spazzole si modificano soltanto il numero degli ampergiri utili dell'indotto per cui scarsa ne è l'efficacia sulla variazione di velocità, nel motore in serie invece lo spostamento delle spazzole modifica direttamente la tensione E_2 ed indirettamente il campo utile (F) per la variazione degli ampergiri utili dell'indotto, donde un'energica variazione del numero dei giri.

Si vede altresì che mentre nel motore in derivazione il numero dei giri è determinato dalla tensione E_2 applicata all'indotto e poco risente delle variazioni del carico, nel motore in serie per ogni posizione delle spazzole il numero dei giri varia inversamente al carico.

★★

I motori trifasi a collettore della A. E. G. hanno dimensioni molto maggiori e sono in proporzione più pesanti dei motori ordinari ad induzione di ugual potenza e con lo stesso numero di poli quantunque la costruzione ne sia assai raccolta e compatta (1).

Lo statore è avvolto come nei motori ad induzione e solo si hanno le modificazioni occorrenti per gli attacchi della porzione di avvolgimento che funziona da auto-trasformatore a tensione variabile per il rotore.

Il rotore fornito di alette di ventilazione è analogo ad un indotto per corrente continua; il collettore però ha molte più lamelle e queste sono più ampiamente dimensionate.

Le spazzole sono in carbone ed assolutamente fisse tanto che il giogo è costituito da un semplice anello fissato alle crociere del supporto anteriore. I bulloni porta-spazzole sono costituiti da pezzi prismatici di materiale non magnetico ricoperti da una guaina in rame.

L'intraferro ha all'incirca le stesse dimensioni che si riscontrano normalmente nei motori ad induzione.

Ad ogni motore va unito un controller il cui tamburo è diviso in 4 parti di cui la superiore è riservata agli attacchi della linea e dello statore. Le altre tre parti fra loro identiche servono per le tre fasi, ed oltre agli attacchi

(1) Durante la comunicazione fu fatto funzionare un motore della A. E. G. da 15 HP 500 Volt 50 periodi a sei poli con 8 gradi di regolazione variando la velocità ed il carico. Fu constatata la marcia regolare esente da scintille mentre il passaggio da una all'altra velocità avveniva senza alcuna scintilla al controller di comando ed in modo graduale. La corrente a pieno carico dello statore era di 15 Amp., quella del rotore di 130 Amp.

per i vari gradi di regolazione contengono ancora ciascuna due attacchi per la resistenza di passaggio da una velocità alla successiva. Passando da una all'altra velocità bisogna impedire l'interruzione della corrente ed evitare altresì che una porzione dell'avvolgimento dello statore venga chiuso in corto circuito. Si ha pertanto per ogni fase la resistenza di passaggio sopra nominata, e manovrando il controller prima si chiude sulla resistenza la successiva sezione di avvolgimento e poi si passa alla posizione contigua senza interruzione di corrente e senza scintille.

I collegamenti necessari per ottenere il triangolo di compensazione (fig. 9), si fanno direttamente ai morsetti del motore.

Per l'inversione di marcia basta scambiare due fasi allo statore come nei motori ad induzione. Le spazzole non mutano di posizione e solo bisogna avere l'avvertenza di invertire il senso ciclico delle connessioni relative al triangolo di compensazione in modo che il triangolo stesso venga invertito così come è

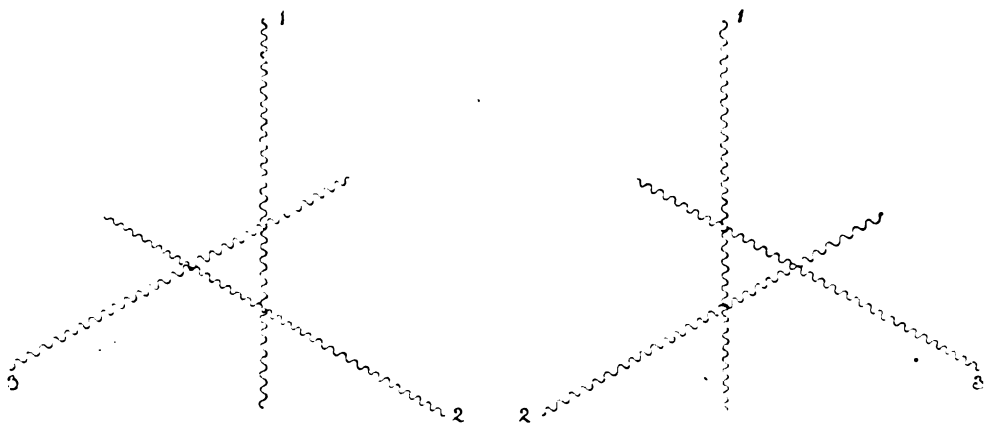


Fig. 10.

indicato nella fig. 10. Pertanto nei motori per servizio reversibile al controller va unito un piccolo tamburo di commutazione per lo scambio di due fasi nello statore e per l'inversione delle connessioni del triangolo di compensazione.

L'A. E. G. costruisce una serie normale di motori a collettore a 6 ed a 8 poli da 6 sino a 55 HP regolabili da 1 a 3 e con 6 oppure 8 oppure 12 velocità.

La loro potenza è riferita alla velocità di sincronismo; sotto al sincronismo vengono definiti per copia motrice costante e la loro potenza è proporzionale alla velocità; sopra al sincronismo la potenza rimane sempre quella del sincronismo e la copia motrice è inversamente proporzionale alla velocità. Pertanto nei singoli casi la potenza del motore deve venire scelta in base alla copia motrice richiesta a velocità minima.

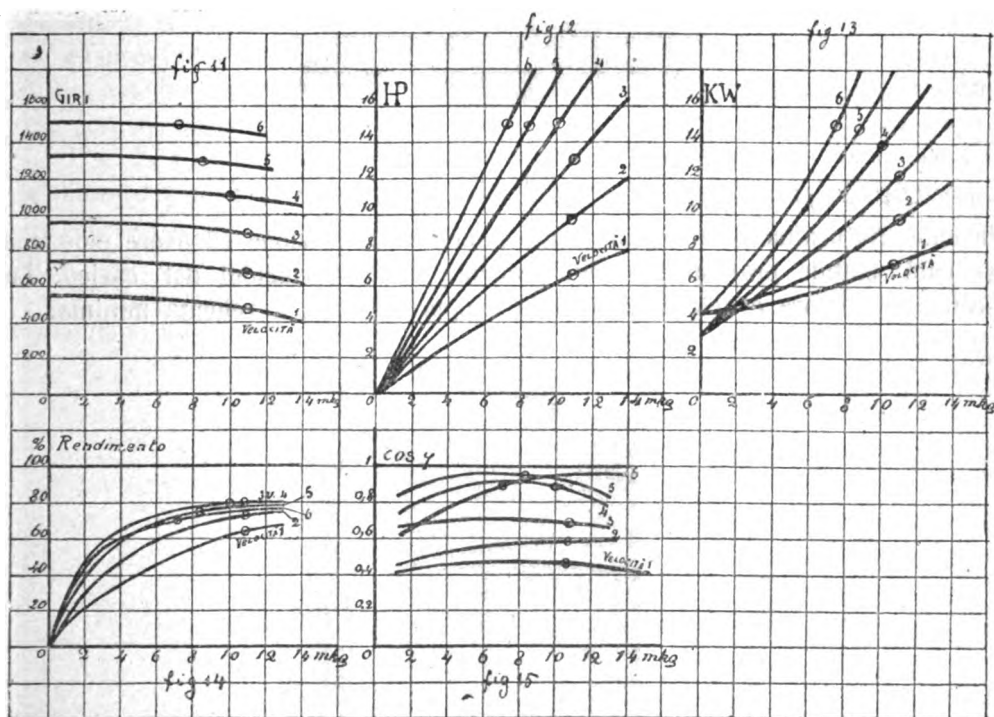
Nelle figure dal N. 11 al N. 15 sono riportate le curve di funzionamento di un motore in derivazione a 6 poli 450 - 1000 - 1500 giri 6,5 15 - 15 HP con sei gradi di regolazione. Le ascisse si riferiscono alla coppia motrice, le ordinate rappresentano rispettivamente i giri, i cavalli sviluppati, i KW consumati, il ren-

dimento ed il $\cos \varphi$. Le ordinate indicate con un circoletto sono quelle di funzionamento a pieno carico per le diverse velocità.

Lo scorrimento è massimo alla velocità minima e diminuisce sino al sincronismo. Decresce ancora oltre il sincronismo solo perchè diminuisce la coppia.

Le migliori condizioni di funzionamento si hanno pel sincronismo; qui a parità di carico è massimo il rendimento e quindi minimo il consumo di energia. Anche la curva del rendimento si mantiene in tutto il suo percorso più alta di tutte le curve corrispondenti alle altre velocità.

Per il $\cos \varphi$ le condizioni sono ugualmente buone per le velocità di sin-



cronismo e di soprasincronismo, tuttavia in prossimità del sincronismo il $\cos \varphi$ è alto per tutto lo sviluppo della curva compreso tra il minimo ed il massimo carico.

♦♦

Una prima applicazione dei motori a collettore è quella di metterli in cascata con motori ad induzione di notevole potenza i quali richiedano ampia regolazione. In questo caso invece di dissipare energia di resistenze, si collegano g'i anelli del motore asincrono collo statore del motore a collettore e si regola la velocità modificando la tensione alle spazzole di quest'ultimo. Il motore a collettore può aiutare quello a induzione oppure può azionare un generatore asincrono e restituire corrente nella rete.

Il vero campo dei motori a collettore è quello delle macchine utensili per

le quali soppressa ogni complicazione meccanica si ottiene direttamente sul motore una regolazione da 1 a 3, nella maggior parte dei casi ampiamente suf-

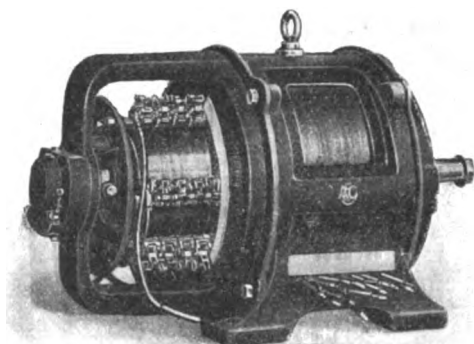


Fig. 16.

ficiente. Naturalmente il motore deve essere in derivazione ed avere cioè una velocità stabile praticamente indipendente dalle variazioni del carico. La scelta del motore è determinata dalla coppia richiesta a velocità minima.

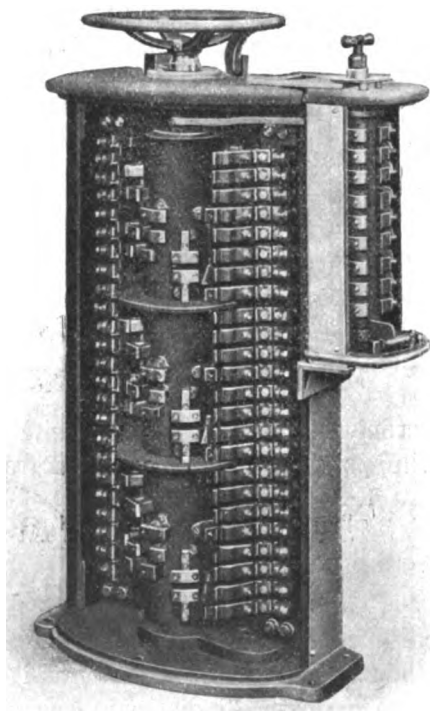


Fig. 17.

Assai più limitato è il campo dei motori in serie. Possono spesso convenire questi motori per l'azionamento di ventilatori dei quali si debba spesso variare

la portata, ed allora invece di strozzare la luce dei tubi d'aria conviene modificare la velocità di rotazione.

Una applicazione di grande importanza industriale è l'azionamento singolo delle macchine a filare Ring. Sono macchine ad alta velocità che marciano a pieno carico o son ferme. Di più richiedono una variazione di giri quasi continua e graduata secondo un determinato diagramma di filatura. Condizione tecnica ideale di funzionamento di queste macchine è che la tensione del filo che viene filato rimanga costante, vale a dire che la velocità periferica del fuso cresca man mano che il fuso si riempie. Nelle ordinarie filature con trasmissioni si limita la velocità in modo che a fuso vuoto la tensione del filo non superi la massima praticamente ammissibile. Occorre inoltre un margine per gli eventuali aumenti di velocità della trasmissione. La velocità media di funzionamento è dunque inferiore a quella che praticamente si può raggiungere con un azionamento singolo a velocità variabile.

L'A. E. G. ha studiato un regolatore meccanico il quale sposta le spazzole del motore trifase in serie e ne modifica la velocità in esatta corrispondenza col successivo riempimento del fuso. In tal modo la produzione aumenta dal 10 al 15 % e la qualità del filato è alquanto migliore.

E' questo un esempio di quanto questi motori sieno perfezionati e bene rispondano alle esigenze della pratica.

N. 4.

SUL COMPORTAMENTO DEI FILAMENTI DI TUNGSTENO TRAFILATO SOTTO L'AZIONE DELLA TEMPERATURA E DELLE VIBRAZIONI

Nota del Socio Prof. OSCAR SCARPA della Sezione di Napoli

1. — È noto come i conduttori delle odierne lampade a incandescenza con filamento metallico sono costituiti o da tantalio (nelle lampade: Siemens e Halske) o da tungsteno (1), e che soltanto i primi sono ottenuti trafilando il metallo.

Quelli di tungsteno furono invece, fino a pochi mesi or sono, preparati, quasi esclusivamente, trafilando una pasta di ossidi di tungsteno e riducendoli poi con l'idrogeno, a temperatura elevata.

Tali paste sono costituite da ossidi estremamente suddivisi, in generale allo stato colloidale da un coagulante (p. es. da acido cloridrico in un mio brevetto) o da un mezzo viscoso facilmente eliminabile alla temperatura della riduzione; e perciò forniscono dei filamenti perfettamente omogenei. Questi però sono fragilissimi e richiedono altre trattazioni prima di essere impiegati nella lampada; tuttavia si dovette ricorrere a un tal metodo di fabbricazione poichè il tungsteno metallico è così poco malleabile da sembrare assolutamente inadatto alla trafilazione.

Da pochi mesi però è stato finalmente risolto in modo pratico il problema della trafilazione diretta del tungsteno usufruendo di speciali trafille di diamante; e varie Case iniziarono subito la costruzione e la vendita delle nuove lampade, che si distinguono facilmente per essere costruite (similmente a quelle a tantalio) con un unico filamento disposto a zig-zag fra i braccetti del sostegno.

I nuovi filamenti diversificano inoltre dai vecchi per la tessitura del metallo; e infatti l'esame microscopico delle superfici esterne e delle sezioni dei

(1) Secondo le notizie correnti, il tungsteno sarebbe allegato in alcuni casi con altri metalli (Zirconio, Osmio, ecc.) — E' però cosa certa che il tungsteno è sempre in quantità enormemente prevalente.

primi e dei secondi mi ha dimostrato che mentre quelli ottenuti con il vecchio metodo posseggono una tessitura finemente granulare, che ben si spiega pensando alla loro origine colloïdale, quella dei nuovi è fibrosa, e ben si accorda col loro metodo di fabbricazione e con le proprietà meccaniche (elasticità, ecc.), che essi posseggono.

2. — Data questa diversità nell'intima costituzione ho creduto interessante di esaminare, come già avevo fatto per quelli di tantalio e per i primi di tungsteno, il comportamento dei nuovi filamenti rispetto alla azione della temperatura e delle vibrazioni; comportamento che ha enorme interesse nella pratica poichè è intimamente legato alla durata delle lampade.

In due note precedenti (1) ho infatti dimostrato che la minor durata che posseggono le lampade a tantalio quando sono usate con la corrente alternata, o sono sottomesse a continue vibrazioni, dipende appunto dallo speciale stato cristallino che assumono i loro filamenti per l'azione concomitante delle vibrazioni e della temperatura (2).

E ciò perchè esso è tale da causare la segmentazione del filamento in grossi individui (cubi deformati?) aventi le superfici di separazione circa normali all'asse del filo, facilitando così, per le oscillazioni trasverse, gli scorrimenti laterali fra i singoli individui e finalmente la rottura del filo.

Per i filamenti di tungsteno ottenuti dagli ossidi ho invece dimostrato che pur assumendo anch'essi, sia con la corrente continua sia con la alternata, uno stato cristallino, ben diverso ne è il tipo (pentagoni dodecaedri?) assunto per le medesime cause; e poichè i loro individui sono più minuti e appaiono non già sovrapposti come quelli di tantalio, ma incastrati gli uni fra gli altri (come dimostrano le microfotografie da me allora pubblicate) ho concluso che doveva probabilmente derivarne un minore danno dalle vibrazioni, e quindi, in generale, una maggior durata della lampada.

Cosa che la pratica ha ormai dimostrato conforme alla verità.

Pensando però alla causa che poteva originare il diverso tipo di cristallizzazione dei due filamenti (i cui componenti cristallizzano ambedue nel sistema monometrico) poteva sorgere il dubbio che essa dipendesse non già da proprietà peculiari dei due metalli, ma dal diverso modo di fabbricazione. Non appare infatti illecito di supporre che lo stato granulare dei filamenti ottenuti per riduzione degli ossidi colloïdali possa favorire la formazione di elementi cristallini assai minuti, e disordinatamente distribuiti, quali sono quelli da me allora osservati nei filamenti di tungsteno.

(1) *Atti Associazione Elettrotecnica Italiana* - XII, 1903 e XIII, 1909. — *L'Elettricista*, Vol. VII, 1908 e VIII, 1909.

(2) Ricordo che io ho dimostrato anche sperimentalmente come la corrente alternata imprime ai filamenti delle vibrazioni di periodo doppio a quello della corrente, in causa delle reazioni elettrodinamiche agenti fra i fili disposti nel modo usuale. (*Atti A. E. I.*, Vol. XII, 1908).

Ma se un tal fatto fosse vero esso avrebbe enorme importanza poichè il nuovo metodo di fabbricazione dei filamenti di tungsteno pur concedendo notevolissime migliorie nelle loro proprietà meccaniche, porterebbe nuovamente agli inconvenienti propri dei filamenti di tantalio; e cioè a una minor durata delle lampade funzionanti con la corrente alternata.

3. — Per dirimere la questione ho esaminato ben otto delle nuove lampade a filamento di tungsteno trafilato, tutte costruite con il brevetto Osram; e di queste due le ho fatte funzionare con la corrente continua mantenendole in condizioni di perfetta quiete, e le altre con la corrente alternata sottoponendole a diversi regimi di vibrazione.

Ho così ottenuto i seguenti risultati.

Filamento nuovo.

Il filamento appare (microscopio Zeiss con illuminatore verticale, ingrandimento di circa 200 e 600 diametri) con la superficie leggermente striata nel senso della lunghezza, ma notevolmente più liscia che in quelli ottenuti trafilando e poi riducendo l'ossido.

Filamenti usati con la corrente continua in perfetto riposo.

Dopo 500 ore il filamento non presenta le gobbe caratteristiche dei filamenti di tantalio usati nel medesimo modo, e nemmeno, la costituzione cristallina stratificata, con le superfici di separazione normali all'asse del filo, che in questi ho osservato e che è dimostrata dalle microfotografie già altra volta pubblicate (1); ma rassomiglia invece enormemente ai filamenti di tungsteno ottenuti nel vecchio modo e sottoposti alla stessa azione.

Appare cioè anche in questo caso che la sola azione della temperatura (circa eguale a 1900°) genera nel filamento di tungsteno una struttura cristallina a individui assai minuti (pentagoni dodecaedri?) con un tipo di cristallizzazione eguale a quello prodotto nei filamenti preparati trafilando l'ossido.

Filamenti usati 500 ore con corrente alternata a 42 periodi.

Anche in questo caso essi differiscono completamente dai filamenti di tantalio trafilato dopo sottoposti alle medesime azioni, e la loro costituzione è invece perfettamente simile a quella dei filamenti di tungsteno del vecchio tipo pur usati nel medesimo modo. Fig. 1.

La azione contemporanea dell'a temperatura e delle vibrazioni genera cioè in essi uno stato cristallino a elementi un poco più grandi di quelli causati dalla sola azione dell'a temperatura (filamenti usati con la corrente continua), ma con gli individui cristallini apparentemente del medesimo tipo e ancora incastrati gli uni fra gli altri.

(1) *Atti A. E. I.*, Vol. XIII, 1939.

Anche in questo caso essi sono perciò disposti in modo da rendere ben difficili i dislocamenti normali all'asse del filo e quindi molto meno facili, che nei filamenti di tantalio, le rotture originate dalle vibrazioni.

Si può quindi concludere, confermando quanto ha dimostrato la pratica del periodo di prova, che anche i nuovi filamenti di tungsteno presentano rispetto

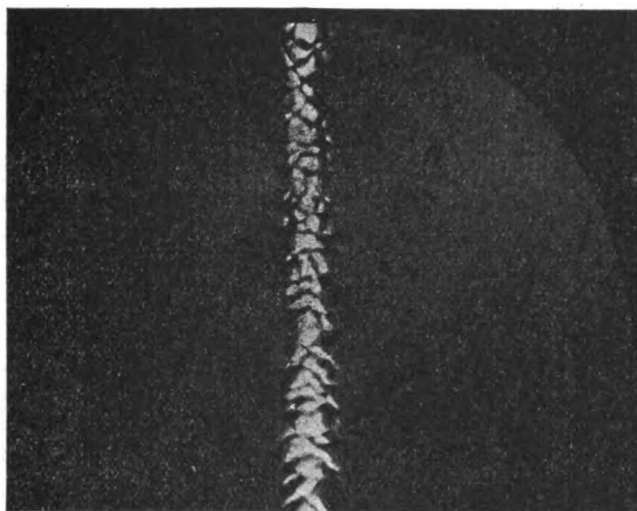


Fig. 1.

a'lla durata sia con corrente continua sia con corrente alternata grandi vantaggi rispetto ai filamenti di tantalio, e che questi dipendono, come già per i vecchi, da proprietà (cristalline) singolari del tungsteno.

Ma ai nuovi filamenti competono probabilmente anche i pregi apportati dalle loro speciali proprietà meccaniche, per cui minore ne è la fragilità, ed è concessa una costruzione assai razionale della lampada.

N. 5.**IL CARBONE BIANCO ED I COMBUSTIBILI**

*Comunicazione fatta dal Socio Ing. E. THOVEZ alla Sezione di Torino
il 17 maggio 1912*

Si è sempre detto che l'Italia non aveva potuto sviluppare industrie come altri paesi perchè da noi mancava il carbone ed il ferro.

La trasmissione elettrica dell'energia, potuta finalmente realizzare in grazia specialmente delle scoperte del Pacinotti, del Ferraris e del Gaulard, portò nelle condizioni del nostro paese un cambiamento grandissimo. Prima di questo rivolgimento le poche industrie andavano a cercare i salti d'acqua e si annidavano in luoghi isolati e spesso inospiti; quando la macchina a vapore divenne un mezzo relativamente economico di produrre la forza motrice, le industrie andarono a collocarsi dove erano più facili i trasporti e più economica la maestranza; realizzata la trasmissione elettrica delle forze idrauliche, si ebbe la massima libertà sulla scelta del sito ove impiantare gli opifici e si videro sorgere come per incanto numerose fabbriche attorno alle città dove era facile trovare operai e facili erano i trasporti e le relazioni di affari.

Il prezzo basso e la comodità della nuova forma di forza motrice rispetto alle motrici a vapore ed a gas fomentarono la creazione di industrie nuove e parve allora che la possibilità di poter facilmente utilizzare le nostre forze idrauliche ci avesse di colpo liberati dalla soggezione di importare il carbone dell'estero e nello entusiasmo di quei giorni, non tanto lontani, si inneggiò al carbone bianco come se di colpo l'Italia avesse potuto eliminare la grave deficienza che la faceva tributaria ancora per tanti prodotti dell'estero.

Le statistiche dimostrano invece che le tali speranze non vennero ancora realizzate. L'importazione del carbone va crescendo sempre più in modo inquietante. Infatti si può ritenere che attualmente si importano almeno 10 milioni di tonnellate per un valore di circa 250 milioni di franchi. Di questo quantitativo circa 8 milioni servono ai privati e 2 alle ferrovie ed alla marina.

La sola Inghilterra nel 1911 esportò in Italia quasi 9 milioni di tonn. Una nota governativa calcola dal 1906 al 1911 il nostro paese abbia mandato all'Estero oltre a due miliardi ed un quarto di lire in solo carbone.

A questo proposito qualcuno osserva: È vero che abbiamo comperato carbone dall'estero ma l'utilizzazione delle forze idrauliche ha portato grandi vantaggi che debbono compensare questa spesa.

Questo bilancio a mia notizia non venne ancora fatto nè mi pare facile stabilirlo, a dogni modo, anche riconoscendo i vantaggi arrecati dalle centrali idroelettriche è dubbio se essi compensino nella economia del paese questo enorme debito annuo che noi facciamo coll'estero. Infatti bisogna ricordare che le centrali idroelettriche hanno assorbito enormi capitali e tutti sappiamo come molti di questi capitali siano stati per molti anni infruttiferi e molti lo siano ancora e quelli che cominciano a rendere abbiano superato lotte terribili.

Un vero vantaggio è stato risentito dalla piccola industria specialmente nelle città dove il docile motorino elettrico le è diventato un collaboratore preziosissimo. Per le grandi industrie il vantaggio è stato poco sensibile tantochè in molti casi la macchina a vapore seguita indisturbata nel suo dominio. Quanto alla luce bisogna dire che si è fatto piuttosto del lusso che dell'economia. Non si è speso meno a parità di luce, si è speso di più per motivi di comodità e di igiene.

Non dobbiamo nascondere che la troppa facilità di impiantare industrie nelle Città ha creato tumultuosamente grandi agglomeramenti di operai nei quali la vita della città sia per il maggior costo s'è per i maggiori allettamenti a spendere ha creato bisogni e pretese sempre maggiori, e diciamolo pure, per quanto sia doloroso, la qualità della mano d'opera e la sua produttività sono andate diminuendo al punto che certe industrie le quali trovavano la loro ragione di vivere in Italia nel basso prezzo della mano d'opera si trovano ora in cattive condizioni di concorrenza con quei paesi nei quali la mano d'opera costa quasi come la nostra ma colla differenza che vi è molto più produttiva e diligente che da noi.

Ma ritornando al nostro problema vediamo per quali ragioni la realizzata trasmissione e distribuzione a distanza delle nostre forze idrauliche anzichè far diminuire l'importazione del carbone l'abbia fatta crescere ed in misura tanto grave.

Questa apparente anomalia dipende dal fatto che la utilizzazione delle forze idrauliche è stata finora ed è ancora fatta in gran parte in modo del tutto irrazionale. Infatti la portata dei corsi d'acqua, è continua per le 24 ore del giorno ma è poi variabilissima non soltanto secondo le stagioni, ma secondo le vicende meteorologiche nelle stagioni stesse.

Quando l'energia era prodotta con motori termici essa veniva si può dire erogata in modo proporzionale al consumo; invece i diagrammi delle portate dei corsi d'acqua ed i diagrammi del consumo degli utenti si trovano in completo disaccordo fra di loro.

Prendiamo ad esempio le nostre regioni. La massima richiesta di energia di luce e di forza motrice avviene nell'inverno ed è tanto maggiore quanto l'inverno è più rigido. Ma proprio nell'inverno e nei giorni più freddi le forze idrauliche sono nelle loro massime magre. Ma vi ha di più; nel carico invernale nel quale la luce e la forza si sovrappongono si hanno quelle enormi punte o picchi che tutti conosciamo. Viceversa nell'estate la richiesta, è assai minore la punta è sparita e le acque scorrono abbondanti e vanno a perdere la loro preziosa energia nei canali sfioratori!

Ormai, ed è bene, il lavoro notturno nelle fabbriche va scomparendo. Al

massimo la durata del lavoro sta sulle 11 ore al giorno. Per le altre 13 ore l'energia è in molte Centrali affatto perduta.

Facciamo astrazione per un momento dall'abbondanza delle acque estive, consideriamo solamente il caso di una Centrale che lavori sulla base della sua concessione e che alimenti le lampade degli opifici di un gruppo di industrie. La media delle ore di illuminazione è di 300 ore annue, sulle 8760 per le quali l'acqua scorre. Il rendimento complessivo della trasmissione (turbine, alternatori, trasformatori, linea, trasformatori all'arrivo, rete e, se si tratta di corrente continua anche le convertitrici) varia dal 40 al 50 %.

Dunque ogni cavallo ha una utilizzazione annua del $0.50 \times 300/8760$ pari appena ad 1,7 %!

Per la forza motrice l'utilizzazione è di 10 ore; il rendimento annuo arriva appena al 15 %! E pensare che non sono molti anni si era accolta con entusiasmo una simile utilizzazione del nostro carbone bianco dichiarando inutili le macchine termiche perfino come riserva.

Tutte le Amministrazioni delle Centrali elettriche non tardarono a comprendere quale disastro finanziario fosse una simile utilizzazione delle cadute d'acqua; e vedemmo sorgere come d'incanto potentissime Centrali termiche di riserva le quali consumarono montagne di carbone giungendo in certi periodi di scioperi a pagarlo anche fino a 50 o 60 lire per Tonn.

Il nostro famoso carbone bianco, con tanta aggiunta di carbone nero andava perdendo assai del suo candore.

Ricordo che il povero Tosi diceva allora che non aveva mai fatto tante motrici a vapore come dopo che erano andate sviluppandosi le trasmissioni elettriche della energia idraulica.

Questo grave stato di cose è continuato e continua ancora oggidì ma è a sperare che possa andare in gran parte attenuandosi colla graduale introduzione di quella innovazione di grandissima importanza che sono i bacini montani.

Il nostro collega Ing. Panzarasa ha fatto lo scorso anno alla Sezione di Milano della nostra Associazione una lettura delle più interessanti su questo argomento. In essa sono raccolti dati preziosissimi e di grande importanza.

Ricorderò solamente come egli dimostri che in molti impianti le magre facciano aumentare il costo della energia del 35 % e dimostra pure come realizzando una portata costante si potrebbe in una Centrale ad es. come quella di Grossotto utilizzare il 35 % dei KWO annui mentre ora nella migliore ipotesi non se ne utilizza che il 15 % e si potrebbe produrre il KWO a cent. 1,7, e se si potessero poi utilizzare tutti i KWO disponibili il costo scenderebbe a cent. 0,65.

Egli fa poi vedere come la utilizzazione di un salto d'acqua per una ferrovia elettrica, se non si ha serbatoio di raccolta, sia appena del 5 %!

Fatto un diligente esame di molti impianti con serbatoi dimostra come questi abbiano permesso in certi casi di quintuplicare la potenza disponibile e ridurre il prezzo del KWO ad $1/3$ ed anche a meno.

La costruzione di simili serbatoi porterà certo un grande miglioramento nella utilizzazione delle forze idrauliche ed è bene che una simile innovazione sia aiutata da una legge che sta per andare in vigore.

Per dare una idea di quanto si sia perduto e si perda colla cattiva utilizzazione attualmente fatta delle nostre forze idrauliche voglio trascurare per un momento tutta l'energia che si perde durante il giorno e limitarmi a considerare quella che si perde nella notte in Italia. Le concessioni governative sommano ora all'incirca ad un milione di cavalli vapore. Ritengo che almeno i tre quarti di tale potenza vadano perduti nella notte. Sono allora 550.000 KW per i quali le Società esercenti sarebbero, credo, ben liete di ricavare ad es. L. 50 all'anno. Questo spreco ha dunque il valore di 27,5 milioni all'anno.

Ma non la sola energia notturna va perduta. In assai maggiore quantità è quella che va perduta nella stagione estiva.

I bacini stagionali ed anche quelli annuali potranno certo rimediare in gran parte a tale spreco e col loro aiuto si potrà certo ridurre il consumo del carbone.

Per ora si può dire che la migliore forma dello sfruttamento delle forze idrauliche sia data dalle industrie elettrochimiche e se da noi non si hanno ancora grandi benefici non bisogna disperare.

Basta guardare ad es. quale enorme sviluppo abbiano preso tali applicazioni in Norvegia. In quel paese si dispone di 5 a 7 milioni di HP idraulici che si hanno ad un prezzo che varia da 20 a 50 lire per HP annuo e vi sono attualmente:

- 180.000 HP impiegati nelle fabbriche di nitrati di Ca, Soda, Ammonio;
- 60.000 HP per il Carbuco di calcio;
- 20.000 HP per industrie Chimiche congeneri;
- 16.000 e tra poco 60.000 HP per i forni e'tettrici da ghisa ed acciaio;
- 40.000 HP per il nitrato di Soda.
- 60.000 HP sono adoperati nella industria della Soda.

Altre ingenti potenze servono per altri prodotti come lo Zinco, il Nichel, il Fe Cr, il Fe Si, ecc.

In Italia si produce: Carbuco, Cianamide, Solfato di Amm., Fe-Si, Acciaio (coi forni Héroult, Grod, Stassano Kielling) Soda Cloruri, Alluminio, Cloro, Rame e finalmente acido nitrico dall'aria e nitrati.

Alcune di queste applicazioni e specialmente quelle elettrolitiche presentano spesso il grande vantaggio di poter essere intermittenti e poter così utilizzare l'energia nelle ore in cui è lasciata libera dalla luce o dai motori delle fabbriche.

Possiamo dunque sperare che le nostre forze idrauliche possano essere sia coll'aiuto dei bacini sia colla istituzione di impianti elettrochimici assai meglio utilizzate di quanto non siano state finora, ma resta sempre aperta la questione: arriveremo noi con questo ad abolire l'importazione del carbone?

Ammettiamo anche che venga modificata l'attuale legge la quale rende proibitiva la applicazione della corrente elettrica al riscaldamento, potremo noi emanciparci dalla importazione del carbone?

L'importanza economica di questo problema è grandissima. Molti la stanno studiando e non posso tacere degli interessanti articoli coi quali il nostro collega Fumero sul suo giornale va passando in rassegna vari sostituti del car-

bone estero. Particolarmente degna di nota è l'utilizzazione della torba nostrana e va citato l'impianto di Orentano. Pure interessante è lo studio di produrre alcool da vegetali che si potrebbero coltivare in certi terreni inadatti per altre colture. Ma fra le più interessanti debbesi porre la utilizzazione dei rifiuti cittadini per produrre combustibili o direttamente, producendo energia elettrica. Ricordo solamente che di tali impianti l'Inghilterra ne ha 200 ed il continente 35 e che i soli rifiuti dei 10 milioni di italiani che vivono nelle Città basterebbero a produrre la corrente necessaria per la luce ed in certi casi almeno la metà di quella occorrente per la luce e la forza motrice.

Quanto alla convenienza economica basta riflettere che in Inghilterra tali impianti vivono bene in concorrenza colle Centrali a carbone. Ma passiamo sommariamente in rivista le applicazioni nelle quali fin ora si continua ad adoperare carbone. Esse sono essenzialmente le officine a gas, le vetrerie, le fornaci, le officine siderurgiche, le tintorie, ecc., ma essenzialmente le Ferrovie e la Marina.

Sarà sempre di grande vantaggio il poter sostituire le nostre forze idrauliche al carbone in tutte le applicazioni in cui la cosa si presenti economicamente possibile, e già alcuni accenni permettono di sperare che ad es. nelle vetrerie e nella siderurgia il forno elettrico potrà sostituire il forno a carbone. Nella siderurgia i progressi sono assai lenti, ma i risultati ottenuti permettono di presagire che i sacrifici fatti dai primi sfortunati ma benemeriti pionieri non saranno inutili. Il forno elettrico per il ferro fa la sua strada e l'avvenire dimostrerà che ha qualità anche economiche straordinarie, si intende ove venga adoperato industrialmente bene.

Tutta una nuova tecnica sta sorgendo con brillanti prospettive.

Ma rimangono altri casi nei quali è ancora difficile prevedere in qual modo l'energia elettrica possa sostituire il carbone ed uno dei problemi più gravi è quello delle Ferrovie ma specialmente della Marina.

Se l'Inghilterra ci rifiutasse il carbone per le nostre navi da guerra che cosa sarebbe della nostra difesa?

È vero che i motori ad olio pesante vanno gradatamente prendendo posizione, ma siamo ancora ai primi passi ed anche ammettendo di poter sostituire la motrice a vapore coi motori a combustione interna dovremo pur sempre dipendere dall'estero seppure non più da una sola nazione.

Ma se vogliamo risolvere insieme il problema di meglio sfruttare le nostre forze idrauliche e diminuire la importazione di combustibili esteri dobbiamo ricercare, per le ragioni già esposte, quali migliori forme si possano trovare per l'accumulazione dell'energia elettrica.

Ad alcuni è venuta spontanea la domanda: Col nostro carbone bianco non è possibile fabbricare dei combustibili? Un nostro egregio collega si esprimeva con frase colorita dicendo: quale vantaggio se potessimo fabbricare colle nostre forze idrauliche della benzina!

Infatti i combustibili sono spesso degli eccellenti accumulatori di energia. Essi hanno il vantaggio di essere utilizzati a distanza di tempo e di luogo dall'origine ed essere facilmente immagazzinati.

Se si potesse colla corrente elettrica, fabbricare un buon combustibile,

economico, trasportabile e conservabile si sarebbe fatto un grandissimo progresso.

Si potrebbe possedere in esso un accumulatore leggero. Io rimando i miei cortesi colleghi ad una interessante nota nella quale il signor Giraudet di Grenoble enumera ed illustra quale rivoluzione si avrebbe se si potesse trovare un accumulatore che pesasse appena un Kg. per KWO.

Non mi pare assurdo il pensare che si possano trovare dei prodotti ottenuti elettricamente i quali possano sviluppare calore colle loro combustioni. Si può pensare al Sodio, al Potassio, al Calcio, ecc. ma fra tutti quello che si presenta come il più ovvio è certamente l'Idrogeno, da ricavare sia collettrolisi dell'acqua sia da altri corpi.

La forza idraulica e la materia prima si troverebbero nell'acqua stessa.

L'elettrolisi non è più una operazione di laboratorio. A Torino stessa esiste una fabbrica di O e H elettrolitici.

Si può ricordare che le Centrali elettriche possono utilizzare la loro energia notturna producendo idrogeno ed ossigeno, infatti in una nota dello E. T. Z. si dimostra a proposito di voltometri Schuckert come una centrale potrebbe utilizzare per le 24 ore festive 1000 KW ed ottenere 2400 mc. di H a pressione ordinaria e 1200 mc. di Oss. compresso a 150 atm. per il trasporto e la vendita, al prezzo di L. 0.29 al mc. in media. Se l'energia fosse gratuita il prezzo scenderebbe a L. 0,14. Se si riflette che l'ossigeno vale attualmente L. 1,80 il mc. si vede che l'H sarebbe affatto gratuito.

L'idrogeno potrebbe sostituire od aiutare il gas Luce specialmente dopo che la introduzione quasi generale delle reticelle Auer permette di fare a meno delle qualità illuminanti proprie del gas stesso.

Se si ricorda poi che in alcune industrie l'H è un prodotto di scarto si vede quanto profitto si possa trarre ancora da un tale elemento.

Ma grandissimi vantaggi si potrebbero ottenere se si potesse trovare un mezzo conveniente di trasportare l'idrogeno.

Attualmente il problema non è risolto in modo industriale: Le bombole che servono a questo scopo contengono ad es. 12 mc. di H compresso a 150 at. e pesano 100 Kg. Fatti i conti si trova che con un Kg. di peso si trasportano 378 calorie utilizzabili. Ora

con un Kg. di carbone si hanno	7.000 calorie
" " " " benzina	11.000 "
" " " " petrolio	12.000 "
" " " " olio pesante	11.000 "

Per questa ragione l'idrogeno compresso non può essere un buon combustibile portatile, salvo che per certi usi come la saldatura e simili. Ma l'idrogeno diventerebbe il più meraviglioso dei combustibili portatili qualora lo si potesse trasportare liquido.

Le note bottiglie Dewar che permettono di conservare l'aria liquida per molti giorni hanno già avuto delle applicazioni pratiche e se si ricorda che il Claude ne ha costruito di quelle in ferro è lecito sperare che si possa riuscire a rendere pratico un tale sistema ed avremo allora un liquido che potrà svi-

luppare 35.000 calorie per Kg. cioè oltre a tre volte quanto può dare la migliore delle benzine.

L'idrogeno si comporta benissimo nei motori a scoppio, lascia il cilindro nettissimo e poco riscaldato. Si avrebbe un combustibile veramente ideale per gli aeroplani ma specialmente per i dirigibili per i quali lo stesso idrogeno servirebbe di scorta di riempimento.

Si vede quanto la riuscita di una tale applicazione sarebbe interessante; ma in attesa di arrivare a questa soluzione ideale, si è fatto qualche passo notevole ma in un altro senso e cioè non già di trasportare l'idrogeno gassoso o liquido ma in certo modo di renderlo solido, o meglio di preparare dei corpi solidi dai quali fosse possibile ricavare direttamente o indirettamente l'idrogeno.

Di tali sistemi si giova ora utilmente l'aeronautica, visto che il trasporto di 150 mc. di gas compresso a 200 atm. richiedeva tra bombole e carro un peso di 2500 Kg. cioè un peso lordo di 200 volte il peso utile, si sono immaginati dei prodotti che svolgono l'idrogeno sul posto. Ne citerò alcuni.

Il Silicio (costa ora L. 1,15 al Kg.) a contatto della soda da H. — Kg. 0,8 di Si + 1,2 di Na 2 O danno 1 m. c. di H.

L'Alluminio Al. + 3 Na OH = Al (OH) 3 + 3H. Per avere 100 m. c. di H occorrono 81 Kg. di Al. e 360 Kg. di Soda.

L'alluminio amalgamato decompone l'acqua a freddo, con 1 Kg. si possono ottenere 1200 litri di H.

L'Idrogenite del Jaubert è un prodotto molto facile a trasportare composto di Ferro Silicio e Soda. Lo si accende e sviluppa idrogeno. Si potrebbe utilizzare questo calore di combustione oltre a quello dell'idrogeno ottenuto. Con un Kg. di idrogenite si hanno 3,2 m. c. di Idrogeno e siccome l'idrogeno ha un potere calorifico di 2810 cal. per m. c. così in un Kg. di tale preparato si trasportano 8900 cal. e cioè più che con un Kg. del miglior carbone.

L'idrolite è a base di Calcio. (Nel 1900 il Calcio costava L. 20.000 al Kg., ora costa L. 8). Un Kg. di Idrolite a contatto con H₂O dà 1120 litri.

Questi sistemi, che d'rei per ora di lusso, permettono però di nutrire la legittima speranza che si possa rendere economico e pratico un qualche sistema di trasportare quell'eccellente ed abbondante combustibile che è l'H.

Giunti a questo punto però mi pare lecito porre una questione. Dato che sia necessario in certi casi, come in quello delle navi di produrre la forza motrice col mezzo di un combustibile, non possediamo noi qualche elemento che ci permetta di prevedere una migliore utilizzazione della energia accumulata nel combustibile?

Il migliore dei motori termici che si trovi oggi ha un rendimento del 30 % al più, e ciò perchè è necessario di sottrarre una buona parte del calore di combustione onde impedire l'alterazione sia degli organi meccanici sia dei lubrificanti. Per quanto siano possibili miglioramenti non vi sono speranze di ottenere grandi vantaggi su questo punto. Si è obbligati a portare una grande quantità della energia disponibile ad una temperatura così bassa che non si può più ricavarne del lavoro. Queste trasformazioni termodina-

miche sono perciò condannate ad avere dei bassi rendimenti. Ma noi abbiamo altri mezzi di trasformare l'energia chimica di un combustibile in energia meccanica, ed il migliore secondo me è la combustione a freddo, cioè quella che invece di dar luogo a sviluppo di energia termica dà sviluppo di energia elettrica.

Per questo motivo si farebbe un grandissimo progresso se si potesse sostituire al motore termico il motore elettrico. Ciò potrebbe avvenire quando noi potessimo sostituire al generatore termico un generatore elettrico; quando cioè noi potessimo rendere industriale la vecchia pila. Così invece di trasformare l'energia chimica in termica poi questa in dinamica e questa in elettrica avremmo direttamente la corrente elettrica. Non voglio punto alludere alla pila a carbone che fu oggetto di tanti studi poco fortunati e che non avrebbe grande interesse per noi poveri di carbone, ma bensì ad altre pile e segnatamente a quella che potrebbe utilizzare quell'idrogeno e quell'ossigeno che noi potremmo avere facilmente. Questo pare un sogno, ma forse non è una vana illusione. Il voltmetro, ora già vero apparecchio industriale per opera specialmente del Caruti dà corrente se viene staccato dalla sorgente. L'esperienza è vecchia ed è del Grove. Basterebbe dunque pompare i due gas nel voltmetro per farne un ottimo accumulatore scevro delle infinite noie che dà la pasta di piombo negli attuali accumulatori. Ecco un campo aperto agli sperimentatori; mi pare che meriti la pena di fare degli studi.

Qualora si potesse adottare il sistema della Pila invece del sistema Combustione-motore-dinamo si potrebbe avere un rendimento complessivo = 0,75, mentre nel secondo caso e nella migliore ipotesi si ha soltanto:

$$0,30 \times 0,90 = 0,27.$$

Prima di concludere voglio citare un esempio per dimostrare che lo scansare la trasformazione termica dell'energia ricorrendo a quella elettrica può essere fonte di grandi progressi.

Un nuovo processo dovuto ai Sigg. Sherard Cowper Coles permette di fabbricare fili e tubi di ferro o di acciaio *direttamente dal minerale a freddo* per mezzo dell'elettrolisi e cioè facendo semplicemente della galvanoplastica, ed al prezzo, dicono, di lire 0.13 al Kg. di tubi e fili finiti. Con un procedimento simile la Casa Langbein produce pezzi di ferro di forme svariatissime quali finora soltanto producevasi colla Fonderia.

Nuovi orizzonti si aprono dunque davanti a noi. Tutta una nuova tecnica sta per sorgere, e se il placido bagno elettrolitico si fa avanti e minaccia di soppiantare nientemeno che l'alto forno col suo seguito di Forni Martin, di Bessmer, di crogiuoli, di laminatoi e di trafilie e fonderie, non mi pare follia sperare che una nuova forma di pila associata all'ottimo motore elettrico possa in un giorno non troppo lontano prendere il posto, almeno in certi casi, del motore a scoppie e della caldaia a vapore, e si aggiunga così ancora un mezzo di utilizzare meglio la ricchezza delle nostre forze idrauliche ed emanciparci davvero dalla soggezione del carbone estero. Potremo allora avvicinarci a quella indipendenza economica senza la quale la nostra indipendenza politica che tanto costò ai nostri maggiori non potrà mai avere basi veramente solide.

E. THOVEZ.

N. 6.

VERBALI DELLE SEZIONI

SEZIONE DI GENOVA

SEDUTA DEL 28 FEBBRAIO 1912.

Presiede RUMI.

Aperta la seduta il Presidente rivolge alcune parole ai Soci ringraziandoli per l'onore fattogli chiamandolo nuovamente a tale carica.

Comunica indi l'ammissione dei nuovi Soci signori D. Chiappori, Ing. G. Saccuto, Dott. A. Selvatici.

Presenta poi il bilancio 1911 che viene approvato.

Comunica che in seguito ad invito avuto dal Presidente Generali, ha delegato il socio Ing. Königsheim a rappresentare la Sezione nella adunanza dello scorso gennaio a Milano per discutere intorno alle modificazioni da proporsi circa la tassazione dell'energia elettrica.

Vengono quindi fatte le seguenti comunicazioni:

Ing. ANFOSSI: *Regime pluviometrico e regime fluviale nelle Alpi Occidentali;*
— *Recenti studi sui corsi d'acqua delle Alpi Francesi.*

Ing. BERTOGLIO: *Un problema d'idrodinamica.*

SEDUTA DEL 12 APRILE 1912.

Presiede RUMI ed assistono numerosi Soci ed invitati.

Il Presidente dapprima con acconce parole commemora Antonio Pacinotti, ricordando che già lo scorso anno ricorrendo il cinquantenario della sua invenzione la Sezione aveva tenuto una seduta solenne con una Conferenza intorno alla sua vita ed alle sue opere.

Ha quindi la parola l'ing. Pugliese che svolge la sua comunicazione sopra i *Motori trifasi a collettore*. Il conferenziere illustra la sua esposizione mostrando in azione uno di tali motori ed esponendo tutti i dati e diagrammi relativi al suo funzionamento.

SEZIONE DI NAPOLI

RIUNIONE DEI SOCI DEL 25 APRILE 1912.

ORDINE DEL GIORNO

1. *Comunicazione del Socio Ing. Prof. G. Vallauri: « Alcune riflessioni su l'insegnamento tecnico superiore ».*
2. *Comunicazioni della Presidenza.*

Presiede il Presidente Prof. LOMBARDI, il quale apre la seduta alle ore 21,20. Vi sono 37 presenti, fra cui una larga rappresentanza del Corpo insegnante della R. Scuola Superiore Politecnica

Il *Presidente* dà notizia di due lettere del Presidente Generale: una riguarda la manifestazione dell'A. E. I. per l'elettrificazione della direttissima Roma-Napoli; l'altra indice una sottoscrizione fra i Soci per erigere nel Camposanto di Pisa un ricordo a Pacinotti a cura dell'A. E. I. Comunica l'ammissione dei nuovi Soci: Ingegneri Arata, Cusani, Fonseca. Dà indi la parola al conferenziere.

Vallauri legge la sua comunicazione che è vivamente applaudita.

Segue l'interessante discussione che verrà pubblicata in calce alla memoria.

Il *Presidente* ringrazia l'egregio conferenziere e quanti hanno voluto portare il loro contributo alla discussione e toglie la seduta.

RIUNIONE DEI SOCI DEL 5 GIUGNO 1912.

ORDINE DEL GIORNO

1. *Inaugurazione della nuova Sede della Sezione e della Società Ingegneri, Architetti e Industriali di Napoli.*
2. *Comunicazione del socio Ing. N. Cassito: « Progetto generale della Metropolitana di Napoli ».*
3. *Ammissione di nuovi Soci.*

La seduta è aperta alle ore 17,20 dal prof. Boubée, Presidente della consorella Società degli Ingegneri, Architetti e Industriali di Napoli, con la quale la Sezione dell'A. E. I. ha sede comune.

Egli dà ai presenti il benvenuto nella nuova Sede; ricorda brevemente l'opera e l'evoluzione della Società di cui è Presidente, la quale di questi giorni compie il decimo anniversario dalla sua fondazione; accenna specialmente ai cordiali rapporti che sempre la hanno legata all'Alta Sezione di Napoli dell'A. E. I.; termina esprimendo il desiderio di cedere prossimamente ad altri la Presidenza, nell'interesse della Società, dicendo che la sua età non gli consente di rivestire ancora questa carica in modo proficuo per la Società.

Il Prof. Lombardi, Presidente della Sezione di Napoli dell'A. E. I., dichiara di ascrivere a suo onore il fatto che sotto la sua Presidenza la Sezione dell'A. E. I. inauguri la nuova Sede.

Sente il dovere di ringraziare da parte dei Colleghi la Società sorella per la cura con cui essa ha messi a nuovo i locali della nuova Sede, poichè essa esclusivamente si è occupata dei lavori a ciò necessari.

E a questo proposito il Prof. Lombardi segnala la particolare benemerita dell'Ing. Schisano, che con lena infaticabile ha diretto le opere di restauro, durate oltre un mese, ed a Lui presenta i ringraziamenti della Sezione di Napoli dell'A. E. I.

Si augura che i rapporti di fratellanza, sorti fra le due Società in momenti difficili per entrambe, abbiano a continuare più che mai cordiali, e che entrambe possano insieme festeggiare le nozze d'argento della Presidenza Boubée, della quale oggi con manifestazione concorde di simpatia e di affetto, nuova forse negli annali delle Associazioni italiane, si celebra il 10° anniversario.

L'assemblea applaude vivamente.

Boubée ringrazia commosso.

Dà quindi notizia di talune faccende di ordinaria amministrazione della Società degli Ingegneri, Architetti e Industriali.

Lombardi comunica le seguenti ammissioni di nuovi Soci, già deliberate dal Consiglio Direttivo, dal numero delle quali è lecito trarre ottimo auspicio per l'avvenire della Sezione:

Ing. Carlo De Giacomo; Signori Mario Pasanisi, Mario Granata, Fabrizio Franceschelli, Michele De Ceglie, Raffaele Conflenti, Francesco Amendolito e Giuseppe Spatocco.

L'assemblea ne prende atto con compiacimento.

Boubée, prima di dare la parola all'Ing. Cassitto, fa un breve riassunto dei precedenti studi e progetti relativi alla *Metropolitana* di Napoli; accenna agli studi di Young, Gallaratti, Serio, Giacchetti.

Prega quindi l'Ing. Cassitto di svolgere la sua comunicazione.

Cassitto legge la sua conferenza su la « *Metropolitana di Napoli* ».

Essa è vivamente applaudita dall'assemblea.

Boubée ringrazia l'Ing. Cassitto per l'importante lettura e, non avendo luogo alcuna discussione dichiara chiusa la seduta alle ore 18,30.

RIUNIONE DEI SOCI DEL 13 GIUGNO 1912.

ORDINE DEL GIORNO

1. Prof. G. Melazzo: *Determinazione dei valori momentanei di flussi d'induzione periodicamente variabili.*

2. Ing. A. Savino: *Compensazione in serie dei contatori-motori a corrente continua.*

3. *Comunicazioni della Presidenza.*

Sono presenti 32 soci.

Presiede il Presidente Prof. LOMBARDI, che apre la seduta alle 21,20.

Il Presidente dà notizie della sottoscrizione indetta per il ricordo a Pacinotti. Si compiace perchè la nostra Sezione ha finora raccolto fra i propri Soci un contributo non lieve, e dichiara che la sottoscrizione rimane ancora aperta per i Soci che desiderano contribuire, e che finora non hanno avuto l'occasione di farlo. Informa che la sottoscrizione venne indetta nella Sezione a quota libera, in seguito a scambi di idee preliminari colla Presidenza Generale; che questa poi riconobbe più opportuno il partito della quota fissa e determinò i moduli per sottoscrizione in questa forma.

Essendosi però da questa Presidenza domandati schiarimenti circa l'uso delle maggiori quote già raccolte, si attendono disposizioni definitive della Presidenza Generale.

Il Presidente dà poi notizia preliminare della relazione che sarà pubblicata negli Atti circa i lavori delle due sottocommissioni nominate dalla Presidenza Generale per lo studio delle questioni inerenti alla eventuale modificazione del metodo di tassazione sul consumo dell'energia elettrica per luce e riscaldamento.

Egli crede che questa Sezione non debba ora entrare nel merito della questione, ma bensì limitarsi a prendere atto delle conclusioni, le quali saranno comunicate alla Commissione Governativa, e certamente riceveranno da Essa la debita considerazione per l'autorità dell'Associazione da cui emanano, e per la competenza delle persone che attesero alla loro elaborazione.

L'assemblea approva la proposta del Presidente.

Questi partecipa la morte del Prof. Weber di Zurigo, avvenuta verso la fine di maggio.

L'Estinto non era socio dell'A. E. I., anzi apparteneva a pochissime associazioni estere. Ma poichè molti ingegneri italiani hanno compiuti i loro studi di elet-

trotecnica nella scuola del Prof. Weber, il Presidente crede di interpretare il desiderio di molti soci mettendo a voto la proposta che nella nostra Sezione sia fatta di Lui apposita commemorazione.

L'assemblea approva la proposta.

Il *Presidente* assume l'impegno di fare prossimamente la commemorazione dell'illustre scienziato.

Indi il Prof. *Melazzo*, invitato dal Presidente, svolge la sua comunicazione, la quale è alla fine calorosamente applaudita.

Segue la discussione che verrà riportata in seguito alla lettura — discussione a cui prendono parte il Presidente e l'Ing. Vallauri.

Il *Presidente* ringrazia l'Ing. Vallauri, e prega l'Ing. Savino di svolgere la sua comunicazione.

Questa è vivamente applaudita dall'assemblea.

Il *Presidente* ringrazia l'Ing. Savino dell'interessante comunicazione. Dice che, pregato tempo fa dall'ingegnere Savino di esprimere un suo parere sul dispositivo descritto, si credette in dovere di esaminare parecchi lavori recenti su i moderni contatori, e fra gli altri le belle relazioni su l'argomento presentate al Congresso di Torino, dove però egli non fu in grado di riscontrare alcun accenno alla disposizione enunciata.

In ogni modo, data la presenza di parecchi tecnici competenti in materia, dichiara aperta la discussione sull'argomento, e prega d'iniziarla l'Ing. Pizzuti, Direttore tecnico della Società Generale per l'Illuminazione.

Pizzuti. L'aiutacampo dei contatori reca danni e grattacapi. La disposizione Savino offrirebbe dunque due vantaggi: eviterebbe l'aiutacampo, e migliorerebbe la curva di errore.

Piuttosto può ispirare una certa diffidenza l'automaticità del sistema, in quanto esso sia per la natura sua facilmente soggetto a guastarsi; tale guasto del resto, nel caso in esame non danneggerebbe seriamente il contatore, ma lo ricondurrebbe semplicemente a funzionare come quelli di tipo comune.

Forse si potrebbe evitare l'interruttore automatico e sostituirlo con resistenze di ferro nell'idrogeno, simili a quelle che vengono adoperate nella lampada Nernst.

Di ciò potrebbe occuparsi l'Ing. Savino, e forse giungere a qualche risultato pratico su questa via.

Il *Presidente* ringrazia l'Ing. Pizzuti, e, poichè altri non chiedono di parlare, toglie la seduta, alle ore 23.

RIUNIONE DEI SOCI DEL 20 GIUGNO 1912.

Assistono all'adunanza anche i Soci della Società Ingegneri, Architetti e Industriali.

ORDINE DEL GIORNO

1. *Comunicazione del socio Ing. F. Ruffolo sul Disegno di Legge per agevolare la costruzione di Serbatoi e Laghi artificiali.*

2. *Comunicazioni della Presidenza.*

Il Presidente, Prof. LOMBARDI, apre la seduta alle 17,45 e propone all'assemblea che venga omessa la lettura del verbale della seduta precedente, il quale non offrirebbe interesse pei membri dell'altra Società cortesemente intervenuti.

Chiede inoltre di poter offrire in omaggio alla medesima Società tre copie delle Norme per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici prelevandole da quelle che la Sezione ha acquistate dall'Ufficio Centrale.

L'assemblea approva entrambe le proposte del Presidente e il Prof. Boubée ringrazia in nome della Società da Lui presieduta.

Il *Presidente* richiama l'attenzione dell'assemblea sull'importanza dell'argomento che l'Ing. Ruffolo illustrerà nella presente seduta, ed anticipa a questi i ringraziamenti della Sezione.

L'Ing. *Ruffolo* svolge la sua comunicazione e presenta all'assemblea un ordine del giorno conforme alle idee espresse.

Il *Presidente* apre la discussione sull'argomento, alla quale prendono parte i soci Lombardi, Boubée, Canzia.

Risponde a tutti l'Ing. Ruffolo. La seduta è tolta alle ore 19.

RIUNIONE DEI SOCI DEL 29 GIUGNO 1912.

ORDINE DEL GIORNO

1. *Commemorazione del Prof. H. F. Weber tenuta dal Prof. L. Lombardi.*
2. *Comunicazioni della Presidenza.*

Presiede il Presidente, Prof. LOMBARDI, il quale apre la seduta alle ore 21,15.

Vi sono 38 presenti, fra cui alcuni professori della Facoltà di Scienze Matematiche e Fisiche della R. Università, alcuni altri della R. Scuola Superiore Politecnica, ed il Prof. Dina, della Sezione di Palermo, nonché alcuni Soci delle altre Sezioni i quali si trovano di passaggio nella nostra città.

Il *Presidente* legge e mette ai voti l'ordine del giorno formulato dalla Commissione, incaricata di studiare il disegno di legge per agevolare la Costruzione dei Serbatoi e Laghi Artificiali, e costituita dai signori:

Prof. L. LOMBARDI, Presidente della Sezione di Napoli dell'A. E. I;

Prof. P. BOUBÉE, Presidente della Società Ingeneri, Architetti e Industriali;

Ing. M. BONGHI;

» F. RUFFOLO;

» D. CANGIA;

» M. MASSARI, *Segretario*.

L'ordine del giorno è approvato all'unanimità.

Il *Presidente* espone il motivo che lo ha determinato a indire l'odierna riunione dei Soci in giorno festivo, contrariamente alle consuetudini della Sezione, essendo presenti in questa città alcuni Soci autorevoli di altre Sezioni, che ebbero occasione di frequentare la scuola di Zurigo e di conoscere da vicino l'illustre Professor Weber.

Rende noto che la sottoscrizione pel ricordo a Pacinotti resterà aperta per pochi giorni presso la Segreteria di questa Sezione. Sebbene la Presidenza Generale abbia recentemente disposto che la sottoscrizione sia a quota fissa di L. 2, per i soci individuali e di L. 10 per i collettivi, saranno ritenute pel medesimo scopo le offerte più generose che a tale intento sono state fatte precedentemente, ove da parte degli oblatori non sia mossa eccezione.

Il *Presidente* prega i Soci presenti, che non ancora abbiano ricevuta una copia delle Norme, di ritirarla in Segreteria; dopo di che si provvederà all'invio delle rimanenti ai Soci che ancora ne saranno sprovvisti.

Prega il Vicepresidente di assumere la presidenza e quindi, con riverente e commossa parola, commemora il Prof. H. F. Weber, fra l'attenzione religiosa degli astanti, i quali alla fine applaudono vivamente.

Il *Presidente* ringrazia gl'intervenuti e toglie la seduta alle ore 22,15.

Il Segretario
M. MASSARI.

SEZIONE DI PALERMO.

ADUNANZA DEL 16 GENNAIO 1912.

ORDINE DEL GIORNO

1. *Bilancio consuntivo 1911 e bilancio preventivo 1912.*

2. *Nomina dei membri del Consiglio direttivo pel triennio 1912-1913-1914.*

Presiede il Prof. PAGLIANI, Presidente. — Si discute il bilancio consuntivo 1911 ed il preventivo del 1912, che restano approvati.

Indetta la votazione per l'elezione del Consiglio direttivo, risultano eletti:

Prof. A. DINA, *Presidente.*

Prof. E. PAGLIANI, *Vicepresidente.*

Prof. E. OVAZZA, *Consigliere.*

Prof. O. ARENA, *Consigliere.*

Ing. N. MANETTI, *Segretario.*

Prof. G. BUTTAFARRI, *Consigliere delegato al Consiglio Centrale.*

B. ne TOMASINI, *Revisore dei conti.*

Ing. DOLCE " "

Dopo di ciò la seduta è tolta.

ADUNANZA DEL 1° MARZO 1912.

ORDINE DEL GIORNO

1. *Comunicazione del Prof. La Rosa.*

2. *Comunicazioni della Presidenza.*

3. *Ammissione di nuovi soci.*

4. *Dimissioni del Segretario Ing. Manetti e nomina del nuovo Segretario.*

Presiede il Prof. DINA, Presidente, il quale dà la parola al Prof. La Rosa, che intrattiene l'uditorio sul tema:

« *Fondamenti sperimentali del secondo principio della teoria della relatività* ».

L'interessante comunicazione viene vivamente applaudita.

Vengono accettate le proposte del Presidente per il riordinamento della Biblioteca ed alcune gite sociali.

All'unanimità vengono ammessi a far parte della Sezione i Sigg. Prof. C. Folco e Ing. G. B. Santangelo.

In seguito alle dimissioni dell'Ing. Manetti, viene eletto come nuovo Segretario l'Ing. G. B. Santangelo.

Il Segretario

E. MANETTI.

SEZIONE DI TORINO.

ADUNANZA DEL 17 MAGGIO 1912.

ORDINE DEL GIORNO

1. *Commemorazione del compianto Prof. Pacinotti fatta dal Comm. Prof. G. Grassi.*
2. *Comunicazioni della Presidenza.*
3. *Conversazione sul tema: Carbone bianco e combustibili del socio Ing. A. Thovez.*

Presiede il Presidente Ing. Comm. TEDESCHI che apre la seduta alle 21.30. Viene letto ed approvato il verbale della seduta precedente.

Il Presidente dà quindi la parola al Prof. Comm. Grassi per la sua Commemorazione del Prof. Pacinotti.

L'elevato discorso è vivamente applaudito al suo termine ed il Presidente ringrazia caldamente il Prof. Grassi.

Come comunicazione della presidenza viene portato a conoscenza dei soci l'invito dell'Associazione degli Ingegneri Elettrotecnici della Scuola di Montefiore-Liegi, per il concorso del 1914 al premio triennale « Fondazione Giorgio Montefiore ». La circolare relativa a tale invito è stata stampata e mandata a tutti i soci.

Si passa quindi allo svolgimento del Tema dell'Ing. Thovez: *Carbone bianco e combustibili*.

L'argomento attentamente seguito dà luogo al suo termine ad una conversazione cui prendono parte i soci Scaramuzza, Diatto, Soleri, il Presidente Comm. Tedeschi ed il Dott. Rossi. Primo fra gli altri il Prof. Grassi che plaude vivamente alla genialità delle deduzioni per le quali giustamente il conferenziere viene a far risorgere l'importanza degli esperimenti delle pile a gaz che furono oggetto di pochi studi ora abbandonati, pila alla quale probabilmente è riserbato un nuovo avvenire.

Il socio Ing. Thovez si dimostra lieto dell'interesse destato.

Il Presidente ringrazia l'Ing. Thovez e la seduta viene tolta.

Il Segretario

Ing. CARLO PALESTRINO

N. 7.

RECENSIONI

(I recensori non assumono alcuna responsabilità delle affermazioni e dei giudizi contenuti negli articoli riassunti)

Elettrofisica.

La temperatura dei filamenti delle lampade ad incandescenza in rapporto alla loro economia.

PIRANI e MEYER. — *E. T. Z.*, Vol. XXXIII, pag. 456, maggio 1912.

Gli Autori hanno cercato di determinare la temperatura dei filamenti di una serie di lampade a incandescenza, alcune con filamento di wolframio, altre di tantalio e altre ancora di carbone, fra 1500 e 2100°, determinando insieme anche la corrente, la tensione e l'intensità luminosa.

Naturalmente qualora il filamento potesse essere identificato col corpo nero, varrebbero esattamente le leggi di Stefan e di Wien, e qualora si potesse fare astrazione da ogni perdita di energia al di fuori di quella dovuta all'irradiazione, nota l'energia corrispondente a una data temperatura, potrebbe essere calcolata la temperatura corrispondente a qualunque altro assorbimento di energia; invece i filamenti delle lampade hanno un notevole potere riflettente, e subiscono perdite di energia, che sono soggetti a variazione colla durata di accensione delle lampade.

Può però egualmente servire ad extrapolare le temperature superiori ai 2100° una relazione analoga alla legge di Stefan della forma

$$E = a T^n$$

dove E sia dedotto dall'energia elettrica assorbita, T sia la temperatura nera del filamento ed a ed n delle costanti; come può anche servire la relazione

$$i = m T^p$$

dove i invece sia la corrente assorbita e m e p nuove costanti: una terza possibilità è infine offerta dalla legge di Wien, quando si sostituisca all'emissione ad una data lunghezza di onda, che in tal caso si avvicina a 0,6 micron, addirittura l'intensità luminosa del filamento; si ha cioè passando ai logaritmi:

$$\log k = a - \frac{b}{T},$$

dove T è la vera temperatura dedotta dalla temperatura nera mercè la conoscenza del potere assorbente del filamento per quella speciale lunghezza di onda.

Le misure sono state eseguite sovrapponendo, mediante un opportuno sistema diottrico, l'immagine di un nastro di wolframio di nota temperatura nera all'immagine del filamento della lampada in esame portate al medesimo splendore in-

trinseco: dalle temperature nere così ottenute venivano dedotte le temperature reali mediante la conoscenza del potere di assorbimento che è 0,61 per il wolframio, 0,56 per il tantalio e 0,7 per il carbone.

Introducendo allora le temperature così ottenute nelle formule dianzi accennate, e determinando così i loro coefficienti numerici, è stata possibile la extrapolazione per le temperature superiori a quelle osservate.

Un'ampia tabella numerica riferentesi ad una delle lampade in esame mostra la sufficiente concordanza dei tre procedimenti, in modo che gli autori han così potuto stabilire la relazione fra il consumo specifico e la temperatura vera dei filamenti per i tre tipi di lampade a incandescenza accennati: i risultati possono essere così riassunti:

Watt per candela	Temperature dei filamenti di		
	wolframio	tantalio	carbone
10	1586°	1575°	1737°
5	1754	1744	1915
4	1816	1805	1981
3	1901	1889	2076
2	2035	2021	2211
1,5	2140	2125	2321
1	2301	2283	2489
0,75	2430	2409	2621

Naturalmente i filamenti di carbone scelti per la ricerca non avevano subito la nota preparazione della nutrizione in un'atmosfera ricca di idrocarburi.

È stato anche ritenuto interessante stabilire la relazione fra la temperatura e lo splendore intrinseco in candele per mmq. almeno per le lampade a filamento metallico, determinando insieme anche la temperatura del corpo nero necessaria a raggiungere l'identico splendore; i risultati in riassunto sono stati i seguenti:

Candele per mmq.	Temperatura	
	wolframio e tantalio	corpo nero
10	2666°	2459°
6	2513	2309
4	2397	2199
1	2065	1889
0,2	1772	1615
0,06	1596	1454

Mediante le note misure sul corpo nero e coll'applicazione della legge di Wien, è stato anche nuovamente determinato in 0,586 micron quella lunghezza di onda cui corrisponde l'emissione, che può servire di misura dell'energia emessa nella zona visiva dello spettro.

G. R.

**La magnetizzazione del cobalto in funzione della temperatura
e la determinazione del suo campo molecolare interno.**

W. W. STIFLER. — *The Electrician*, 1912, Vol. 68, pag. 1002.

Recentemente il Weiss, il Kamerlingh Onnes ed il Dorz hanno sperimentato su le proprietà magnetiche del cobalto, determinando fra l'altro per la magnetizzazione specifica di saturazione (riferita al grammo) il valore di 162 unità alla temperatura ordinaria e un valore inferiore a 163,6 a temperature bassissime. Invero lo sviluppo della teoria elettronica del magnetismo rende specialmente interessante la conoscenza della magnetizzazione di saturazione in funzione della temperatura (vedi: A. E. I., 1912, vol. 16, pag. 213). L'A. si è proposto di determinarla per temperature fra 0° e 1150° e di dedurne in base alla teoria il valore del campo molecolare nel cobalto. L'A. ha usato lo stesso metodo balistico seguito dal Weiss, ponendo nel campo di un potente elettromagnete il saggio in forma di ellissoide, circondato da una spirale connessa con il galvanometro, ed osservando la deviazione prodotta dal brusco allontanamento del saggio.

Gravi difficoltà si son dovute superare per produrre saggi della forma voluta e sufficientemente puri. Sperimentando su di essi, l'A. ha trovato per la curva, che rappresenta la magnetizzazione specifica di saturazione σ in funzione della temperatura, un andamento simile a quello della curva teorica salvo che la curva sperimentale presenta valori alquanto superiori (quasi esattamente di 20 unità fra 600° e 1050° e di quantità più piccole per temperature più basse). Sono anche riportate alcune curve $B = f_z(H)$ ciascuna delle quali è riferita ad una determinata temperatura e che presentano un andamento simile a quello delle analoghe curve per il ferro. Infine con l'ausilio della teoria del Langevin e del Weiss (loc. cit.) l'A. calcola il campo molecolare: 8.870.000; il momento del magnete elementare: 621×10^{-20} ; il numero degli atomi nel magnete elementare: 4; e la carica elettrica elementare $4,65 \times 10^{-10}$ (in unità elettrostatiche).

G. V.

La temperatura di transizione magnetica della cementite.

S. W. I. SMITH, W. WHITE e S. G. BARKER, — *The Electrician*, 1912, vol. 68, pag. 730.

Scopo della presente ricerca è stata la determinazione accurata della temperatura critica, per la quale la cementite (carburo di ferro) cessa di essere magnetizzabile. Invero la conoscenza di questo valore può essere di aiuto nei tentativi di analizzare gli effetti del trattamento termico su gli acciai. Dopo aver descritto i processi seguiti per ottenere saggi di cementite abbastanza pura, gli A. riportano i risultati delle misure magnetiche. Queste sono state eseguite col metodo magnetometrico, applicando un campo costante di circa 100 unità e facendo progressivamente crescere la temperatura da quella dell'ambiente fin oltre 800°. La curva, che dimostra il variare della magnetizzazione della cementite in queste condizioni, presenta una grande discesa (circa il 90 %) fra 180° e 250°; per un saggio di acciaio contenente il 0,85 % di carbonio si ha nella stessa regione una discesa del 5 % circa. Il fatto, che la magnetizzazione della cementite non si annulli completamente al di là della temperatura critica deve probabilmente attribuirsi ad una parziale decomposizione della cementite, per effetto della quale resterebbe libero del ferro, che, come è noto, conserva proprietà magnetiche fin verso 800°.

Altre esperienze magnetometriche hanno permesso di meglio fissare fra 190° e 230° la temperatura di transizione per la cementite e di constatare che il fenomeno reversibile rispetto alla temperatura, che cioè non vi sono differenze sensibili fra i valori osservati per temperature crescenti e quelli per temperature decrescenti. Infine un metodo di misura, affatto diverso dal precedente è derivato da quello di

Vologdine (*Comptes Rendus*, 1909, vol. 148, pag. 777), che utilizza l'attrazione subita da un saggio magnetico, che si trovi in un campo non uniforme, ha condotto gli A. ad analoghi risultati indicando i valori di 200° e 240° come limiti per la temperatura di transizione della cementite.

G. V.

Elettrometallurgia.

Perfezionamenti ai forni elettrici e loro applicazione nella fabbricazione dell'acciaio.

H. NATHUSIUS. — *The Electrician*, 31 maggio 1912.

Nel forno a induzione, poichè il calore vien generato nel bagno metallico che fonde a temperatura più bassa della scoria soprastante a cui esso deve dare il calore necessario, bisogna portare il bagno a temperatura più alta di quella che è necessaria per le reazioni desiderate. Ciò naturalmente sta contro l'economia del forno, mentre sarebbe in generale vantaggioso che il calore sia prodotto proprio nel metallo da trattare. Questo tipo di forno poi è, per la sua costruzione, inadatto a lavorare grandi masse di scoria fluida capaci di reagire col bagno metallico. Inoltre la rotazione, generando forza centrifuga, dà alla superficie liquida di questo una certa inclinazione, la quale fa sì che solo una parte ne venga coperta da scoria, quindi le reazioni sono ostacolate; e per di più la forza centrifuga medesima slancia particelle fuse contro le pareti del forno le quali vengono così danneggiate e per via meccanica e per via chimica.

Il forno a arco presenta il grande vantaggio della regolarità del riscaldamento fra limiti estesi di temperatura; in esso il calore è trasmesso dalla parte superiore, in modo da riscaldare direttamente le scorie, le quali appunto richiedono temperatura più elevata e queste trasmettono il calore al metallo. Con tal mezzo, insieme con la possibilità di far avvenire il processo in atmosfera neutra e mediante agenti di riscaldamento purissimo, le reazioni sono estremamente regolabili, e possono rendersi a volontà sia ossidanti, sia riducenti. Ciò spiega la rapida diffusione del forno a arco, il quale per di più permette di conseguire nella sua costruzione, configurazioni assai rassomiglianti a quelle di altri ben noti sistemi di forni da acciaio. Esso per contro, a motivo dell'alta temperatura, cagiona sovrariscaldamento della superficie del bagno e perdite di calore per conduzione e per irradiazione maggiori che i forni a gas, benchè d'altra parte su questi offra il vantaggio d'evitare le perdite di calore pel rinnovamento d'aria che essi necessariamente portano con sè. E benchè il forno ad induzione abbia miglior rendimento termico, il sopravvento preso su di esso dal forno a arco si spiega facilmente quando si pensi che nelle questioni inerenti ai forni per acciaio hanno molto maggiore importanza le considerazioni di indole metallurgica che non quelle di indole termotecnica.

In conclusione si può dire che, dei due tipi di forno elettrico considerati, il forno a arco si presta meglio a lavorare masse già fuse che debbono reagire con la scoria, per la quale operazione si richiede grande quantità di calore; il forno a induzione riesce assai soddisfacente, pel suo funzionamento, quando si tratti di processi di fusione, ma a tale scopo esso è troppo costoso in confronto di quelli a gas, nonostante il suo miglior rendimento termico. Il modo di comportarsi del forno a induzione sarebbe poi assai opportuno nell'ultima fase del processo di raffinazione dell'acciaio, poichè allora l'acciaio già fuso deve legarsi con altri metalli e si richiede che la scoria non prenda parte alle reazioni, ma resti solo a costituire come un tegumento che diffonda uniformemente il calore. Ispirandosi a tali principii, e considerando ancora che la corrente elettrica più di ogni altra sorgente di calore permette di regolare il riscaldamento in varie regioni del forno secondo

il bisogno, l'A. pensò a un tipo di forno elettrico che riunisse i vantaggi dei due ricordati, evitandone possibilmente gli inconvenienti.

Il forno dell'A. è di forma circolare, è provvisto sulla platea di un certo numero, multiplo di tre, di elettrodi di ferro dolce, mentre tre elettrodi di carbone, sospesi mediante cavi a guide soprastanti al forno, sono disposti sul cielo di esso e sono regolati o elettricamente o mediante volanti a mano dal quadro. Con questa disposizione, essendo gli elettrodi sospesi a parti estranee al forno, si ha il vantaggio di poterli facilmente tirar su prima di inclinare il forno per la carica o la scarica, e così diventa minore il loro consumo; inoltre viene facilitato il ricambio dei carboni, i quali possono essere prontamente tirati da un lato mediante una catena e subito cambiati nei portacarboni.

Il forno è alimentato a 110 volt dal secondario di un trasformatore trifase. Gli elettrodi superiori sono connessi con i capi esterni degli avvolgimenti secondari i cui capi interni, che in un ordinario trasformatore andrebbero uniti fra loro a costituire il punto neutro dell'avvolgimento, sono connessi con gli elettrodi inferiori, e questi a loro volta sono tutti a contatto con la carica del forno. Così la distribuzione del potenziale e della corrente nel forno varia secondo i casi e può essere regolata. Per esempio, se il forno è riempito con minerale freddo, gli elettrodi del fondo possono considerarsi isolati l'uno dall'altro e perciò la tensione fra essi sarà 110 volt; ma poichè il forno prima di essere avviato, come i comuni convertitori, dev'essere riscaldato da sorgente esterna di calore, la resistenza elettrica del minerale, alla temperatura alla quale s'inserisce in circuito il forno, avrà un certo valore finito e permetterà il passaggio di una certa corrente la quale ne eleverà la temperatura; conseguentemente ne diminuirà la resistenza, e così la tensione fra gli elettrodi della platea a regime discende a 20 o 15 volt. E si potranno regolare le cose in modo che quando la carica del forno è giunta alla fusione si ottenga corrente sotto forma di archi fra gli elettrodi superiori, e fra gli elettrodi superiori e quelli inferiori, mentre altra corrente passa fra gli elettrodi inferiori, attraversando il bagno. Fra i primi la tensione è costante; fra i secondi dipende dalla resistenza del bagno, e quando la si vuol diminuire si possono usare elettrodi metallici, cavi e con circolazione interna d'acqua, per evitarne la fusione; quando invece la si voglia accrescere, si circondano gli elettrodi con minerali terrosi.

Altro sistema facile per regolare la corrente del bagno consiste nell'inserire un trasformatore survoltore-devoltore nel circuito degli elettrodi inferiori, o, meglio ancora, usare un tale survoltore e un trasformatore regolatore di tensione. In tal modo la corrente, e quindi il calore svolto, si può regolare ampiamente senza occuparsi delle condizioni del bagno. Il regolatore di tensione è mosso, mediante una vite perpetua, da un piccolo motore ausiliario, alimentato da un piccolo trasformatore. Mediante un *relais* la regolazione di tensione può essere fatta automaticamente. Una semplificazione alla disposizione descritta può ottenersi sopprimendo il survoltore, ma allora il trasformatore principale dovrebbe avere un neutro regolabile così da poter variare l'energia fornita e la distribuzione di energia fra gli archi e il bagno. La resistenza elettrica in questo forno funziona anche come una specie di regolatore in quanto che attenua le inevitabili oscillazioni della corrente dell'arco e permette così di inserire direttamente il forno direttamente sulla rete di distribuzione, se questa è alimentata a potenziale conveniente, senza la complicazione dei rocchetti di autoinduzione. Così a Friedenshütte i forni di questo tipo da 3 e da 6 tonnellate sono inseriti direttamente sulla rete e, in parecchi anni di continuo funzionamento, non hanno mai cagionato il più piccolo disturbo in centrale.

Quanto alla questione dell'applicazione economica di un tal forno a arco e resistenza, se, evidentemente, è impossibile dare una risposta generale, si possono però esaminare vari casi particolari. Considerando un impianto di alti forni e acciaieria, in cui si possa produrre economicamente corrente elettrica mediante motori

a gas di alto forno, riesce assai conveniente un forno elettrico, alimentato a sua volta da un convertitore o da un forno Martin-Siemens, se vi è un mercato dove si possano smaltire gli acciai delle qualità che esso è adatto a produrre; e cioè acciaio forte per rotaie, proiettili, ecc., o acciaio dolce per tubi, bottiglie da idrogeno; ma non acciaio da lamiera. A Friedenshütte, p. es., insieme con convertitori da 12 a 15 tonnellate si usa un forno elettrico da 5 a 6 tonnellate che ha lavorato continuamente per più di due anni.

Quanto all'uso del forno elettrico alimentato direttamente dall'alto forno in completa sostituzione del convertitore o del forno Martin, l'A. non ritiene che allo stato attuale della tecnica esso possa riuscire conveniente, anche quando l'energia elettrica sia straordinariamente a buon mercato, a parte la grave difficoltà di sorvegliare nel forno elettrico le qualità assai grandi di scorie che sarebbero necessarie stante l'atmosfera neutra del forno. Ritiene allora che il maggior vantaggio è per l'economia e per la bontà della produzione si possa ottenere nei vari casi combinando opportunamente l'uso del forno elettrico con gli altri tipi. Per esempio, in grandi acciaierie con molti forni a riverbero in opera, nei quali la richiesta di scoria fluida è continua, il forno elettrico può essere adoperato utilmente come somministratore di scoria, fondendola in questo forno ed aggiungendola in quelli, dove darebbe subito origine alle reazioni desiderate, evitando l'inconveniente, che ora si verifica, che dopo l'aggiunta di scoria fredda il forno a riverbero deve essere riscaldato ancora per molto tempo prima che incomincino le reazioni fra la scoria e il bagno. Questo metodo può essere utilmente applicato nei processi Talbot, Bertrand-Tiel, Hoersch. Come altro esempio, si può usare vantaggiosamente il forno elettrico a arco e resistenza insieme con un forno a riverbero e con un mescolatore. In questo s'introduce la ghisa e le si fa subire un'operazione preliminare, poi la si fa passare nel forno a riverbero e di qui finalmente nel forno elettrico dove trova una scoria a tenore abbastanza basso di ossigeno e dove la raffinazione si compie al grado voluto. Così si ottengono numerosi vantaggi: utilizzazione del fosforo della ghisa, che passa tutto nella scoria; completa riduzione del ferro della scoria; nessuna produzione di scorie senza valore; perfetta regolabilità della raffinazione; lavorazione continua.

Altra applicazione importante trova il forno elettrico nella fusione delle leghe speciali di ferro, e specialmente il forno ad arco e resistenza a motivo della sua grande uniformità di riscaldamento. A Friedenshütte uno di tali forni da 2 a 3 tonnellate funziona continuamente ed è adoperato per fondere ferromanganese pel convertitore basico Bessemer. Si sono ottenuti così profitti considerevoli, dipendenti dal fatto che il ferromanganese già fuso entra subito in reazione col bagno metallico, mentre se lo si aggiunge freddo reagisce prima con la scoria che col bagno e quindi una certa quantità ne passa in essa; senza dire che per la fusione separata nel forno elettrico si può utilizzare ferromanganese polverulento che finora era considerato privo di valore; mentre poi si ottengono tali miglioramenti nella qualità dell'acciaio, da rendere conveniente l'applicazione di tale metodo anche quando non lasci profitto netto.

Infine è da ricordare che il forno elettrico permette l'utilizzazione di residui di acciai speciali e di materie prime occorrenti alla loro fabbricazione, materiali tutti che pur avendo valore rilevante, non possono essere fusi in forni a riverbero od a crogiuolo perchè verrebbero alterati dalla scoria, dall'ossigeno dell'ambiente, dal carbone del crogiuolo; mentre nei forni elettrici il materiale può essere fuso sotto scoria neutra e in atmosfera neutra, praticamente senza calo e senza variazione di composizione chimica.

Indiscutibilmente dunque il forno elettrico è più perfetto di qualunque altro tipo di forno; tutto sta a saperlo adoperare con abilità e secondo le circostanze.

M. M.

**Su le cause di errore nella determinazione della cifra di perdita
con l'apparecchio dell'Epstein.**

K. SCHMIEDEL — *E. T. Z.* 1912 vol. 33 p. 370.

Nell'Istituto fisico-tecnico nazionale germanico, insieme agli studi del Gumlich e del Rogowski per adattare l'apparecchio dell'Epstein alle misure di permeabilità (vedi: *Atti dell' A. E. I.*, 1912), è stata eseguita dall'Autore la presente ricerca, sui medesimi saggi di materiale magnetico, per esaminare l'influenza delle principali cause di errore su la misura di potenza, necessaria alla determinazione della « cifra di perdita ». Tale misura di potenza si compie d'ordinario con un wattometro elettrodinamico e non riesce molto precisa, sia perchè essendo basso il $\cos \phi$ la deviazione dell'indice dello strumento è limitata, sia anche perchè la correzione da sottrarre per tener conto dell'energia consumata nel wattometro può salire a valori considerevoli.

Per queste ragioni l'A. ha usato tanto nelle misure di potenza, quanto in quelle di tensione l'elettrometro a quadrante dello Schuitze (*Z. f. Instrumentenkunde*, 1907, p. 65) secondo le inserzioni indicate da E. Orlich (*E. T. Z.*, 1909, p. 435). Le questioni prese in esame sono state quattro:

1. Influenza dei giunti magnetici che collegano i quattro fasci di striscie di lamiera ai vertici del quadrato dell'Epstein. L'A. ha eseguito misure comparative, dapprima su quadrati continui di lamiera, poi sul medesimo materiale, dopo aver tagliato i quadrati in quattro striscie del formato ordinario e collegando i fasci sia per diretto contatto, sia con interposizione di cartone isolante di spessore 0,5-1-1,5 mm. Prendendo come termine di confronto la cifra di perdita misurata sui quadrati intieri, è risultato che l'uso dei 4 fasci separati, quale si pratica ordinariamente, non modifica i valori trovati, purchè si abbia cura di interporre nei giunti uno spessore isolante fino a 3 mm. circa. Invece il contatto diretto tra i fasci contigui dà luogo a un sensibile aumento di perdita.

2. Confronto fra le misure sui circuiti magnetici a quadrato e quelle sui circuiti ad anello. In queste misure, pur ricavando i saggi dalle medesime lamiera, si riscontrarono fra i risultati differenze non trascurabili, sia perchè le proprietà magnetiche variano da punto a punto anche in una medesima lamiera, sia perchè nel caso del quadrato la magnetizzazione avviene prevalentemente in due sole direzioni, l'una normale e l'altra parallela a quella secondo cui il ferro è stato laminato, laddove nel caso dell'anello sono egualmente rappresentate tutte le direzioni di magnetizzazione.

3. Influenza della direzione della laminazione. Normalmente nel comporre ciascuno dei quattro fasci di lamiera per il quadrato dell'Epstein si cerca di alternare le striscie longitudinali, rispetto alla direzione di laminazione, con quelle trasversali. Ripetendo le misure, dopo aver composto ciascun fascio con striscie tutte del medesimo tipo, l'A. trova che solo la perdita per isteresi è lievemente mutata, e precisamente ha subito un aumento dell'ordine dell'1 %.

4. a) Influenza della lunghezza e della sezione delle spirali secondarie. Per necessità costruttive gli avvolgimenti disposti sui quattro lati del quadrato debbono essere un poco più corti che i lati medesimi, e la sezione abbracciata dalle spire è necessariamente maggiore, che quella occupata dal ferro. Per quanto riguarda l'avvolgimento secondario questi fatti inducono nella cifra di perdita errori così piccoli, che possono essere trascurati.

4. b) Influenza della lunghezza delle spirali magnetizzanti. Questa influenza risulta assai più notevole che le precedenti, poichè, accorciando le spirali magnetizzanti e lasciando invariate tutte le altre parti dello strumento, la cifra di perdita presenta notevoli diminuzioni (fino al 6 % nelle misure dell'A.), che non possono essere trascurate. Per esempio tra il vecchio apparato dell'Epstein ed il

nuovo proposto dal Gumlich (loc. cit.), si ha una differenza di questa natura, che rende impossibile una esatta concordanza dei risultati. È quindi desiderabile, per evitare discrepanze e competizioni, che nelle « Norme per la prova delle lamiere » si stabilisca per tutti gli apparecchi dell'Epstein una determinata lunghezza delle spirali magnetizzanti.

G. V.

Misure.

Misure industriali sui motori a induzione.

A. J. MAKOWER e P. A. MORSAY — *The Electrician* - 19, 26 aprile 1912.

Le nostre esperienze sui motori trifasi ci hanno convinto della opportunità, specialmente per ciò che riguarda la compra-vendita, di stabilire un metodo di misura generalmente adottato perchè, come verremo dimostrando, i risultati che si ottengono coi diversi metodi ora in uso possono essere notevolmente diversi.

Le quantità che si devono conoscere per costruire le curve caratteristiche dei motori a induzione sono: resistenza, reattanza, corrente di magnetizzazione, perdite a vuoto, corrente in carico, slip, energia assorbita e fornita. Queste quantità sono però legate da note relazioni di modo che basta determinarne direttamente alcune e calcolare quindi le altre: nella diversa scelta delle quantità direttamente misurate si differenziano appunto i vari metodi in uso.

Prima di procedere oltre è bene ricordare le differenze tra i vari metodi per calcolare i fattori di potenza, la resistenza e la reattanza

Fattore di potenza. Si hanno 3 metodi per calcolarlo:

1. La potenza fornita è misurata col metodo dei 2 wattometri. Detta questa W , V la tensione di linea e I la corrente si ha:

$$\cos \varphi = \frac{W}{\sqrt{3} VI}$$

2. La potenza fornita è misurata col metodo dei 2 wattometri, detti w_1 e w_2 , le letture fatte si ha:

$$\cos \varphi = \frac{1+y}{2 \sqrt{1-y+y^2}}$$

dove y è il rapporto w_1/w_2 .

3. Si misura la corrente di magnetizzazione i_m e la reattanza x e si ha:

$$\cos \varphi = \sqrt{1 - \left(\frac{I \cdot x}{I^2} + \frac{i_m}{I} \right)^2}$$

Quando si usa il metodo dei 2 wattometri per misurare la potenza assorbita è bene ricordare che se si usa la connessione indicata in fig. 1 il risultato è corretto per carichi comunque squilibrato e per qualsiasi forma della curva della corrente e della tensione; mentre usando la connessione della fig. 2 si hanno risultati corretti soltanto per carichi equilibrati e corrente e tensione sinusoidale; a questo proposito notiamo che la semplice introduzione di un amperometro o del

circuito amperometrico di un wattometro basta a produrre, quando si usi la connessione indicata in fig. 2, un sensibile errore.

Tutti questi metodi, eccetto il primo, presuppongono che le fasi siano egualmente caricate ciò che è abbastanza vero specialmente col motore sotto carico: e noi lo ammetteremo in ciò che segue.

Quanto ai vari metodi notiamo che il 1° metodo richiede la misura della potenza, della corrente e tensione senza fare alcuna ipotesi circa allo squilibrio delle fasi: che il 2° metodo richiede solo le letture ai 2 wattometri, ma ammette che le fasi siano equilibrate e che la corrente e tensione seguano la legge sinoidale: che il 3° metodo richiede la misura della corrente di magnetizzazione e della reattanza da cui la prima si determina facilmente ma la seconda presenta non lievi difficoltà; permette però, dopo queste misure, la determinazione di $\cos \varphi$ per ogni carico; ammette il carico equilibrato, la legge sinoidale per corrente e tensione e di più che sia costante la corrente di magnetizzazione e la dispersione (costanza della reattanza).

Come vedremo in seguito il valore di $\cos \varphi$ determinato con questi 3 metodi differisce di parecchi centesimi e il massimo non si ottiene sempre collo stesso metodo.

Talora si usano i fasometri ma il loro uso non è consigliabile; noi crediamo a tutti preferibile il 1° metodo colle connessioni indicate in fig. 1.

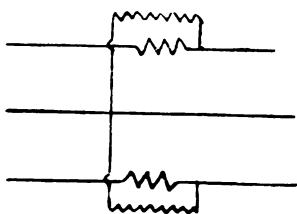


Fig. 1.

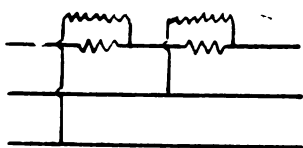


Fig. 2.

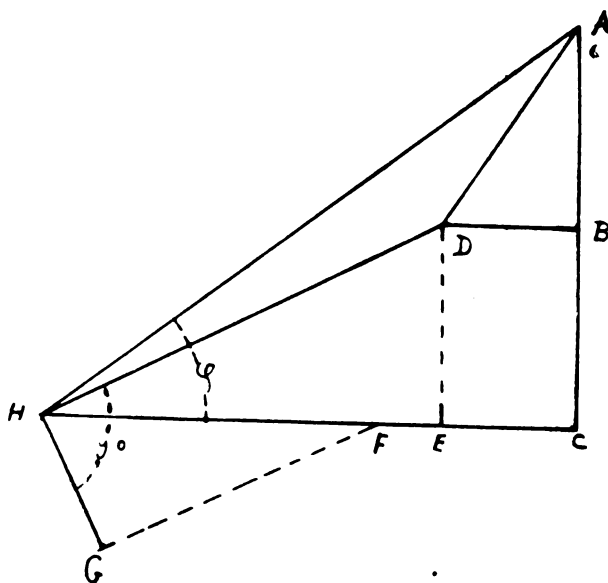


Fig. 3.

Resistenza e reattanza. Per determinare la resistenza e la reattanza generalmente si fissa il motore in una data posizione col rotore chiuso in corto circuito: si misura la tensione V , la corrente I e la potenza W . L'impedenza Z si ottiene dividendo V per I e perchè $Z^2 = R^2 + X^2$ e $R = Z \cos \varphi$ dove $\cos \varphi = \frac{W}{\sqrt{3} V I}$ si determina R e X : i valori che si ottengono però dipendono dalla posizione in cui si fissa il rotore e dalla tensione di alimentazione appunto perchè da esse dipende la dispersione e la saturazione magnetica del ferro. La resistenza così ottenuta è sempre maggiore di quella misurata colla corrente continua probabilmente per il fatto che durante la prova il motore si scalda e per le perdite nel nucleo del rotore che ne aumentano la resistenza apparente: di queste ultime si potrebbe però tener conto.

Le nostre esperienze su molti motori ci hanno mostrato che il valore così ottenuto per la resistenza è però abbastanza soddisfacente per ciò che riguarda il calcolo del lavoro fornito dal motore. Quanto alla differenza tra i valori ottenuti colla prova a corto circuito e colla misura colla corrente continua essa varia dal 10 al 60% e anche tenendo conto dell'aumento per il riscaldamento il valore dato dalla prova di corto circuito resta sempre più elevato.

Ecco i risultati ottenuti su due motori su cui furono fatte queste ed altre misure e che designeremo colle notazioni *Motore I* *Motore II*.

		Motore I	Motore II
Resistenza per fase misurata colla corrente continua a 20° C)	Statore	0,775	0,29
	Rotore	0,0184	0,085
Resistenza per fase misurata colla corrente continua (dopo aver lavorato a pieno carico)	Statore	0,90	0,323
	Rotore	0,0211	0,096
Rapporto fra il numero delle spire dello statore e rotore		6,33	1,93
Resistenza del rotore ridotta al primario (a 20° C)		0,737	0,318
Resistenza del rotore ridotta al primario (dopo aver lavorato a pieno carico)		0,88	0,357
Resistenza totale per fase misurata colla corrente continua (a 20° C)		1,512	0,608
Resistenza totale per fase misurata colla corrente continua (dopo aver lavorato a pieno carico)		1,78	0,680
Resistenza totale per fase dedotta dalla prova a corto circuito (massima)		2,20	0,75
Resistenza totale per fase dedotta dalla prova a corto circuito (minima)		1,80	0,62

La reattanza degli stessi due motori ottenuta colla prova di corto circuito oscillò tra i limiti seguenti:

Motore I. Reattanza per fase	4,25 ÷ 3,50
Motore II. Reattanza per fase	2,30 ÷ 1,80

Corrente di magnetizzazione e perdite a vuoto. Parecchi dei metodi che andremo a descrivere richiedono la conoscenza della corrente di magnetizzazione, delle perdite nel ferro e per attrito. Queste quantità si determinano facendo girare per un certo tempo, per raggiungere le condizioni di regime, il motore a vuoto misurando quindi la potenza assorbita e la corrente in corrispondenza a vari voltaggi andando dal massimo al minimo valore a cui il motore ancora gira. Se si detrae la perdita nel rame nello statore, in corrispondenza alla data corrente della potenza assorbita si ha la perdita nel ferro e per attrito e costruendo una curva avente per ascisse i voltaggi e per ordinate queste perdite si ha nell'isolamento all'origine la perdita per attrito: si suppone in questo calcolo trascurabile la perdita nel rame nel rotore a vuoto e costante l'attrito ai vari voltaggi il che è certamente molto prossimo al vero dato che la velocità varia assai poco durante la prova.

METODI DI SERVIRSI DEI RISULTATI DELLE PROVE.

I. Metodi che non richiedono la marcia sotto carico.

Metodo A. Diagramma di Heyland. — Metodo grafico abbastanza noto per non richiedere una trattazione speciale: venne usato dagli autori nella sua forma più semplice senza le molte raffinatezze in esso introdotte le quali complicandolo non sono commercialmente usate. Come è noto questo metodo richiede soltanto la prova di corto circuito e la marcia a vuoto.

Metodo B. Metodo di Steinmetz. — È un metodo analitico che può essere così brevemente descritto: sia s lo slittamento in %, r_1 r_2 la resistenza primaria e secondaria per fase, x_1 x_2 la corrispondente reattanza alla frequenza di alimentazione; sarà allora $r_1 - j x_1$ e $r_2 - j x_2$ la impedenza primaria e secondaria per fase e se E è la f. c. e. m. primaria per fase la corrente secondaria per fase (ridotta al primario) sarà data da:

$$I_2 = \frac{s E}{r_2 - j s x_2} = E (a_1 + j a_2)$$

dove

$$a_1 = \frac{s r_2}{r_2^2 + s^2 x_2^2} \quad \text{e} \quad a_2 = \frac{s^2 r_2}{r_2^2 + s^2 x_2^2}$$

Se la corrente a vuoto è $E (g + j b)$ dove $g E$ è la componente vattata della corrente a vuoto corrispondente alle perdite nel ferro e per attrito e $b E$ la componente devattata della stessa corrente, la corrente primaria può essere espressa da

$$I_1 = E (b_1 + j b_2)$$

dove

$$b_1 = a_1 + g \quad b_2 = a_2 + b$$

La tensione primaria per fase è data da

$$e = E + I_1 (r_1 - j x_1) = E + E (b_1 + j b_2) (r_1 - j x_1) = E (d_1 + j d_2)$$

dove

$$d_1 = 1 + r_1 b_1 + x_1 b_2 \quad d_2 = r_1 + b_2 - x_1 b_1$$

La potenza fornita per fase è $E^2 a_1 (1 - s)$ — l'attrito per fase

La potenza assorbita per fase è $E^2 (b_1 d_1 + b_2 d_2)$.

Note così la tensione e la corrente primaria, la potenza fornita e assorbita possiamo dedurre il fattore di potenza e il rendimento. La quantità da determinare sperimentalmente sono g , b , l'attrito, r_1 , r_2 , x_1 , x_2 . I valori di g , b e attrito sono ottenuti con una prova a vuoto, di r_1 , r_2 , x_1 , x_2 colla misura della resistenza e colla misura di corto circuito. La prova di corto circuito dà $(r_1 + r_2)$ e $(x_1 + x_2)$ vi è poi la difficoltà di dividere questi valori tra il rotore e lo statore. Noi abbiamo diviso la resistenza $(r_1 + r_2)$ misurando direttamente r_1 e nello stesso rapporto abbiamo diviso $(x_1 + x_2)$ il che ci è risultato abbastanza corretto dai calcoli fatti su molti motori a induzione.

II. Metodi che richiedono la marcia sotto carico.

Succede spesso che si può far lavorare il motore sotto carico ma non è possibile misurare con un freno la potenza meccanica fornita: il fattore di potenza si può allora determinare con uno dei due primi metodi ricordati mentre la potenza va dedotta indirettamente, servono a questo scopo i metodi *C*, *D*, *F* che esporremo.

Metodo C. — Supponiamo che siano state fatte le prove a vuoto e in carico senza però misurare il lavoro fornito.

Sia W_0 la potenza in watt assorbita a vuoto a voltaggio normale E con una corrente di I_0 ampere e W la potenza assorbita in carico con una corrente I : di quest'ultima sia calcolata col metodo già ricordato la parte W_h corrispondente alla perdita nel ferro e la W_f corrispondente alla perdita per attrito: sia s lo slip per cento calcolato colla massima esattezza e possibilmente direttamente: si può allora calcolare il lavoro utile e il rendimento. Detta r la resistenza tra 2 morsetti dello statore, accresciuta per tener conto dell'aumento di temperatura, la perdita nel rame dello statore è $1,5 I^2 r$ onde la potenza fornita al rotore è

$$W - 1,5 I^2 r - W_h$$

di questa s per cento viene dissipata nel rotore principalmente sotto forma di calore joule e il resto trasformato in energia meccanica; la potenza utile è quindi

$$\left(1 - \frac{s}{100}\right) (W - 1,5 I^2 r - W_h) = W_l$$

Il rendimento può subito dedursi dalla conoscenza di W_l .

Il fattore di potenza si calcola avendo misurato i watt e i voltampere sotto carico.

Metodo D. — Richiede la prova di corto circuito, la marcia a vuoto e sotto carico. Sia (fig. 3, HA la tensione applicata V , HF la corrente presa dal motore in ritardo di fase su HA dell'angolo φ , AB e BD la caduta totale rispettivamente per resistenza e reattanza; la cui grandezza è determinata nel modo già descritto, ma coll'avvertenza di assumere, per ogni valore della corrente di carico in corrispondenza al quale si vuol determinare la caratteristica, il valore della reattanza ottenuta colla prova di corto circuito con quella stessa corrente: HD rappresenterà la f. e. m. indotta nel rotore e HG la componente della corrente in ritardo di 90° (corrente di magnetizzazione). Il fattore di potenza è allora:

$$\frac{HG}{HA} = \left[1 - \frac{AB^2}{HA^2}\right]^{1/2} = \left[1 - \left(\frac{AB}{HA} + \frac{HG}{HF} \cdot \frac{HD}{HA}\right)^2\right]^{1/2} = \left[1 - \left(\frac{I_r}{I} + \frac{e}{I} \cdot \frac{I_m}{I}\right)^2\right]^{1/2}$$

I valori di $\frac{I_r}{I}$, $\frac{e}{I}$, I_m ed $\frac{e}{I} \cdot \frac{I_m}{I}$ sono stati determinati per tutti i valori di I e riportati in curve le quali hanno permesso la rapida determinazione del fattore di potenza in corrispondenza ai vari valori della corrente. Il rendimento si calcola come nel caso precedente quando sia stato accuratamente misurato lo slittamento.

Metodo E. — In alcuni casi è possibile determinare il lavoro utile colla prova al freno e allora la determinazione delle caratteristiche può farsi colla semplice marcia in carico in cui si misuri la corrente, la tensione e la potenza assorbita e la potenza utile. La determinazione del rendimento è allora immediata e il fattore di potenza si può determinare con i primi 2 metodi indicati a suo luogo. È questo il metodo che ammette meno approssimazioni ed è quindi il più consigliabile.

Metodo F. — È simile al metodo *C* colla variante che la potenza assorbita in carico non è misurata direttamente ma è dedotta dai voltampere e dal fattore di potenza calcolato col metodo 3. Evidentemente ogni errore nel calcolo del fattore di potenza derivante dalle approssimazioni ammesse si fa sentire anche sul valore del rendimento e noi troviamo che il valore così calcolato per la potenza trasmessa al motore differiva notevolmente dal valore reale determinato colle let-

ture ai wattometri: per il Motore I già ricordato i valori ottenuti per W (potenza misurata) e W^1 (potenza calcolata come è stato ora indicato) furono i seguenti:

ampere	10	15	20	25	30	35	40
W	5,650	9,580	13,200	16,550	18,870	21,100	23,000
W^1	4,960	8,920	12,200	15,130	17,600	19,500	20,800

Queste differenze sono dell'ordine del 10 % e valgono anche a mostrare quanto sia poco attendibile il valore del fattore di potenza ottenuto col metodo 3.

I valori del rendimento calcolati coi 2 gruppi di valori riportati per la potenza assorbita differiranno tra loro meno dei corrispondenti del fattore di potenza essendo la potenza utile dedotta dalla assorbita sottraendo le perdite e quindi, un piccolo errore nel calcolo dell'una, dando un errore nel calcolo dell'altra di poco maggiore. Detti valori sono riportati nella tabella II in corrispondenza alle lettere D e F da cui si vede che mentre i valori del fattore di potenza differiscono del 10 %, quelli del rendimento differiscono dell'1 %.

Gli autori terminano riportando in curve e tabelle i risultati di prove eseguite su 3 motori (I, II, III) costruiti da diverse ditte e i valori del corrispondente rendimento e fattore di potenza calcolati coi metodi descritti che vengono contrassegnati colla rispettiva lettera da A a F .

MOTORE I.

10 HP; 12 poli; 440 volt; 57 periodi; statore e rotore connessi a stella.

Corrente di magnetizzazione	6 ÷ 8 ampere
Perdite per attrito	80 watt
Perdite nel ferro	255 watt

I Valori indicati con A_1 e A_2 sono ottenuti col diagramma di Heyland usando per l'impedenza rispettivamente i valori 4,6 e 4,04 ohm; quelli indicati con B_1 , B_2 sono ottenuti col metodo di Steinmetz usando in ogni caso il valore $r_1 = 0,847$, $r_2 = 0,90$, $g = 0,00132$, $b = 0,0244$ e, per B , il valore $x_1 = x_2 = 2,1$ per B_2 $x_1 = x_2 = 1,75$; quelli con D e F sono ottenuti usando i valori riportati nella tabella I. I valori del fattore di potenza indicati con X sono ottenuti colle 2 letture fatte ai wattometri, quelli indicati con Y sono dedotti dai watt e voltampere misurati usando le connessioni indicate in fig. 1.

TABELLA I.

Ampere	10	15	20	25	30	35	40
slip in %	2,1	4	6	9	13	16	21
$\frac{e}{V} \cdot \frac{Im}{I}$	0,516	0,312	0,205	0,146	0,109	0,086	0,062
$\frac{I.x}{V}$	0,158	0,23	0,31	0,38	0,45	0,52	0,51

TABELLA II.**Fattore di potenza (per cento).**

Ampere	10	15	20	25	30	35	40
A ₁	70,0	80,0	81,8	80,8	77,9	73,7	69,0
A ₂	72,2	82,8	84,5	84,3	82,4	79,5	76,0
B ₁	76,0	84,8	85,3	84,0	80,7	76,5	72,0
B ₂	78,0	85,3	87,1	86,8	85,2	82,6	79,2
D	74,0	84,0	85,6	85,0	83,0	79,5	75,8
F	65,0	78,0	80,0	79,4	77,0	73,2	68,3
X	72,9	81,3	84,4	83,7	81,3	78,5	75,7
Y	74,2	84,0	86,5	85,8	82,7	79,2	75,4

Rendimento (per cento).

A ₁	85,7	84,0	79,5	75,0	69,5	54,4	. . .
A ₂	86,7	84,5	80,3	75,6	71,0	58,2	. . .
B ₁	87,8	86,1	83,1	79,6	75,0	69,5	63,6
B ₂	87,8	86,5	83,6	80,0	75,7	71,0	65,9
D	87,7	86,7	83,7	79,7	74,3	69,7	63,2
F	86,7	86,5	83,2	79,0	73,4	68,6	61,7

MOTORE II.

15 H.P., 4 poli, 380 volt, 50 periodi. Statore e rotore connessi a stella. Corrente di magnetizzazione 3,68 ampère.

Fu fatta una prova di corto circuito a 100 e 200 volt fissando il rotore nelle posizioni corrispondenti alla massima e minima reattanza: e si fecero le seguenti letture:

	Volt	Ampere	Watt	Curve	Resistenza	Reattanza
A ₃	100	24,2	1,190	0,285	0,680	2,29
A ₄	100	28,5	1,600	0,324	0,656	1,92
A ₅	200	51,8	6,100	0,340	0,758	2,10
A ₆	198	60,0	7,750	0,377	0,718	1,77

da cui coll'uso del diagramma di Huyland si ricavarono i valori dei fattori di potenza riportati nella tabella III.

TABELLA III.**Fattore di potenza (per cento).**

Ampere	35	30	25	20	17	14	11
A ₃	91,2	91,7	91,7	91,5	90,0	88,2	83,7
A ₄	90,0	90,7	90,8	90,9	89,7	88,0	83,7
A ₅	88,7	89,7	90,0	90,5	88,8	87,5	83,6
A ₆	87,5	88,7	89,3	89,5	88,2	87,1	83,1

MOTORE III.

3 1/2 H.P., 4 poli, 220 volt, 50 periodi, statore connesso a triangolo, rotore in corto circuito.

(per corrente in questo caso si intende quella circolante negli avvolgimenti del motore e non nel circuito esterno).

Corrente di magnetizzazione 1,67 ampere
 Perdite nel ferro 125 watt
 Perdite per attrito 75 watt

Anche per questo gli autori riportano in curve i valori del fattore di potenza calcolati col diagramma di Heyland, servendosi dei dati seguenti ottenuti con una prova di corto circuito.

	Volt	Ampere	Watt	Curve	Resistenza	Reattanza
A ₇	200	29,4	12,400	0,703	4,79	4,84
A ₈	75	11,0	1,200	0,485	3,31	5,97

col metodo di Steinmetz usando i valori

$$r_1 = 2 \quad r_2 = 1,6 \quad g = 0,0017 \quad b = 0,00835 \quad x_1 = x_2 = 2,9$$

col metodo *D* servendosi dei valori dello slip calcolati per le seguenti correnti:

ampere	1,96	2,49	3,81	4,62	6,30	7,22
slip per cento	0,93	1,27	2,33	3,00	4,40	5,20

col metodo *E* ed *F* misurando il lavoro al freno e calcolandolo: anche per questo motore ottennero risultati variabili secondo il metodo adottato.

Senza pretendere di avere esposti tutti i possibili metodi di prova sui motori a induzione gli autori ritengono dimostrata la necessità di adottare nelle relazioni commerciali un unico metodo universalmente accettato.

G. M.

INDICE

dei più importanti articoli pubblicati nei periodici posseduti dalla Biblioteca Centrale

(Vedi elenco delle abbreviazioni usate per i periodici a pag. 93 del fascicolo 1.^o)

Accumulatori e pile.

- *Contributo allo studio delle pile a gas. Pile a gas liquefatti.* — A. BERTHIER.
— (Lum. El., 23 marzo 1912, Vol. XVII, N. 12, pag. 355).

Applicazioni diverse.

- Azionamento elettrico di macchine tessili.* — O. REINHARDT. — (El. u. Masch., W., 5 maggio 1912, Vol. XXX, N. 18, pag. 365).
- *Sull'azionamento elettrico dei laminatoi.* — C. A. ABLEIT. — (Inst. E. E., L., Vol. 48, N. 213, maggio 1912, pag. 592).
- *L'impiego dell'elettricità nelle miniere di ferro.* — A. COURTOT. — (Lum. El., 17 febr. 1912, Vol. XVIII N. 7, pag. 200).

Argomenti diversi.

- *Funzionamento degli elettromagneti a succhiamento.* — CH. R. UNDERHILL. — (E. W., N. Y., 22 giugno 1912, Vol. 59, N. 25, pag. 1388).
- *Proprietà e produzione commerciale dell'ozono.* — M. W. FRANKLIN. — (Am. Inst. E. E., maggio 1912, Vol. XXXI N. 5, pag. 597).
- *Un buon apparecchio per la misura dei numeri di trasporto.* — O. SCARPA. — (N. C., aprile 1912, Vol. LVIII, N. 4, pag. 308).
- *Protezione contro le sovratensioni pericolose per la vita umana che possono prodursi nei circuiti elettrici a bassa tensione.* — G. MORFA. — (Riv. tec. d'el., 6 giugno 1912, N. 1573, pag. 366).
- *Le prese di terra e la sicurezza personale.* — G. REBORA. — (Riv. tec. d'el., 6 giugno 1912, N. 1573, pag. 309).
- *Sul vuoto.* — W. R. WHITNEY. — (Am. Inst. E. E., giugno 1912, Vol. 31, N. 6, pag. 921).

Elettrochimica e elettrotermica.

- *Trattamento elettrotermico dei minerali di ferro.* — MARCHAND. — (Cos., P., 23 maggio 1912, Vol. 61, N. 1426, pag. 568).
- *L'alto forno elettrico.* — W. RODENHAUSER. — (El. Krb. Ba., Mü., 24 maggio 1912, Vol. X, N. 15, pag. 281).

- *Termoregolatore per forni elettrici a resistenza.* — M. BODENSTEIN e F. KRANENDIEK. — (Z. El. ch., H., 1 giugno 1912, Vol. 18, N. 11, pag. 417).
- *Notizie sulle industrie elettrotermiche e elettrochimiche in Italia.* — L. BELLOC. — El., R., 1 giugno 1912, Vol. XXI, N. 11, pag. 168).

Elettrofisica.

- *Dell'influenza delle radiazioni diurne sull'attrito che incontra un mobile nell'aria.* — A. NACCARI. — (N. C., aprile 1912, Vol. LVIII, N. 4, pag. 284).
- *Relazione fra l'effetto Joule e la permeabilità e induzione nell'acciaio.* — S. R. WILLIAMS. — (Ph. Rev., N. Y., aprile 1912, Vol. XXXIV, N. 4, pag. 258).
- *Nota sulla misura della f. e. m. Peltier.* — H. C. BARKER. — (Ph. Rev., N. Y., marzo 1912, Vol. XXXIV, N. 3, pag. 224).
- *Raggi positivi dal catodo Wehnelt.* — CH. T. KNIPP. — (Ph. Rev., N. Y., marzo 1912, Vol. XXXIV, N. 3, pag. 215).
- *La profondità effettiva di penetrazione della luce nel selenio.* — F. C. BROWN. — (Ph. Rev., N. Y., marzo 1912, Vol. XXXIV, N. 3, pag. 201).
- *Distribuzione della corrente nella scarica da un punto a un piano.* — R. F. EARIHART. — (Ph. Rev., N. Y., marzo 1912, Vol. XXXIV, N. 3, pag. 187).
- *Magnetizzazione ciclica a differenti temperature.* — F. PIOLA. — (N. C., maggio 1912, Vol. LVIII, N. 5, pag. 319).
- *Fondamenti sperimentali del secondo principio della teoria della relatività.* — M. LA ROSA. — (N. C., maggio 1912, Vol. LVIII, N. 5, pag. 345).
- *Sulla velocità degli ioni uscenti dalle fiamme salate e non salate.* — A. BERNINI. — (N. C., maggio 1912, Vol. LVIII, N. 5, pag. 366).

Generatori elettrici.

- *La reattanza degli alternatori.* — W. A. DUBIN e R. H. WHITHEAD. — (Am. Inst. E. E., giugno 1912, Vol. 31, N. 6, pag. 897).
- *Generatore ad induzione a gabbia di scoiattolo.* — H. M. HOBART e E. KNOWLTON. — (Am. Inst. E. E., giugno 1912, Vol. 31, N. 6, pag. 1045).
- *Scintillio alle spazzole nelle macchine a collettore.* — W. W. FIRTH. — (Inst. E. E., L., maggio 1912, Vol. 48, N. 213, pag. 878).
- *Influenza della tensione degli assi degli alternatori in parallelo.* — L. FLEISCHMANN. — (E. T. Z., 13 giugno 1912, Vol. 33, N. 24, pag. 610).
- *L'equazione della curva « V » mediante un nuovo principio.* — K. SIMONS. — (E. T. Z., 30 maggio 1912, Vol. 33, N. 22, pag. 562).

Illuminazione.

- *Una nuova lampada ad arco per corrente trifasica.* — W. WEDDING. — (E. T. Z., 6 giugno 1912, Vol. 33, N. 23, pag. 579).
- *Cronaca dell'illuminazione elettrica.* — J. REYVAL. — (Lum. El., 27 gennaio 1912, Vol. XVII, N. 4, pag. 99).
- *Illuminazione elettrica ed a petrolio.* — J. SINGER. — (E. T. Z., 6 giugno 1912, Vol. 33, N. 23, pag. 595).
- *Tubi ad elio come campioni d'illuminazione.* — P. G. NUTTING. — (Z. Belw., B., 30 giugno 1912, Vol. XVIII, N. 18, pag. 205).
- *Lo spettro d'emissione dell'elio e del neon.* — W. W. COBLENTZ. — (Z. Belw., B., 30 giugno 1912, Vol. XVIII, N. 18, pag. 205).
- *Dinamo per illuminazione di veicoli automobili stradali.* — J. D. MORGAN. — (Inst. E. E., L., maggio 1912, Vol. 48, N. 213, pag. 749).

- *L'illuminazione di grandi sale per riunioni.* — A. SCHEIBLE. — (El. W., N. Y., 29 giugno 1912, Vol. 59, N. 26, pag. 1443).
- *Problemi d'illuminazione interna.* — BASSET JONES. — (Am. Inst. E. E., giugno 1912, Vol. 31, N. 6, pag. 1127).
- *Lampade ad incandescenza come resistenze.* — T. H. AMRINE. — (Am. Inst. E. E., giugno 1912, Vol. 31, N. 6 pag. 1247).
- *Proprietà elettriche del filamento della nuova lampada Osram.* — H. PÉCHEUX. — (Lum. El., 30 marzo 1912, Vol. XVII, N. 13, pag. 387).
- *I progressi della lampada ad incandescenza.* — P. LE BŒUF. — (Lum. El., 2 marzo 1912, Vol. XVII, N. 9, pag. 259).
- *Una nuova lampada a vapori di mercurio.* — J. POLE. — (E. T. Z., 9 maggio 1912, Vol. 33, N. 19, p. 484).

Impianti.

- *Vantaggi del controllo automatico nelle acciaierie.* — STEWART C. COEY. — (Am. Inst. E. E., maggio 1912, Vol. XXXI, N. 5, pag. 539).
- *Analisi delle perdite negli impianti idroelettrici.* — J. D. ROSS. — (Am. Inst. E. E., maggio 1912, Vol. XXXI, N. 5, pag. 467).
- *Sulla convenienza di prendere l'energia da stazioni centrali per miniere di carbone.* — GRAHAM BRIGHT. — (Am. Inst. E. E., maggio 1912, Vol XXXI, N. 5, pag. 523).
- *Alcune considerazioni meccaniche sui sistemi di trasmissione.* — T. A. WORCESTER. — (Am. Inst. E. E., maggio 1912, Vol. XXXI, N. 5, pag. 695).
- *Propagazione d'impulsi sopra una linea di trasmissione.* — T. H. CUNNINGHAM e C. M. DAVIS. — (Am. Inst. E. E., maggio 1912, Vol. XXXI, N. 5, pag. 649).
- *Note su condotte e cavi sotterranei.* — C. T. MOSMAN. — (Am. Inst. E. E., maggio 1912, Vol. XXXI, N. 5, pag. 759).
- *Trasporto dell'energia dall'Adamello a 72.000 volt.* — HENRY. — (Ind. El. P., 25 maggio 1912, Vol. 21, N. 490, pag. 221).
- *Centrale elettrica trasportabile.* — R. GRIMSHAW. — (Elek. W., 25 maggio 1912, Vol. 31, N. 10, pag. 121).
- *Procedimento per il calcolo di reti di distribuzione.* — H. FROHMANN. — (El. u. Masch., W., 16 giugno 1912, Vol. 30, N. 24, pag. 493).
- *Esperienze nei laminatoi elettrici della Julenöhütte (Slesia).* — L. SCHNACKENBURG. — (El. Krb., Mü., 14 giugno 1912, Vol. X, N. 17, pag. 341).
- *Distribuzione di corrente da impianti idroelettrici.* — E. FREY. — (El. Krb. Ba., Mü., 4 giugno 1912, Vol. X, N. 16, pag. 335).
- *Rete di distribuzione d'energia elettrica nella valle del Rodano.* — A. SOULIER. — (Ind. El., P., 25 giugno 1912, Vol. 21, N. 492, pag. 269).
- *Sulla commutazione.* — F. W. CARTER. — (El. W., N. Y., 29 giugno 1912, Vol. 59, N. 26, pag. 1435).
- *Sulla frequenza.* — D. B. RUSHMORE. — (Am. Inst. E. E., giugno 1912, Vol. 31, N. 6, pag. 787).

Metodi e strumenti di misura.

- *Nuovi dispositivi per il controllo dei lamierini.* — VAN LONKHUYZEN. — (E. T. Z., 23 maggio 1912, Vol. 33, N. 21, pag. 531).
- *Connessioni difettose nei contatori.* — C. A. HOWELL. — (El. W., N. Y., 15 giugno 1912, Vol. 59, N. 24, pag. 1310).
- *La taratura di contatori su carichi variabili.* — F. A. LAWS e C. H. INGALLS. — (El. W., N. Y., 15 giugno 1912, Vol. 59, N. 24, pag. 1309).

- *Taratura di voltometri per mezzo dello spinterometro.* — R. P. CLARKSON. — (El. W., N. Y., 15 giugno 1912, Vol. 59, N. 24, pag. 1307).
- *Amperometro a filo caldo compensato a scala uniforme.* — A. H. TAYLOR. — (Ph. Rev., N. Y., maggio 1912, Vol. XXXIV, N. 5, pag. 365).
- *Risultati delle prove comparative sulle perdite nei lamierini.* — E. GUMBLICH. — (E. T. Z., Vol. 33, N. 22, pag. 556).
- *Impiego del ponte di Wheatstone nelle prove dei grossi contatori.* — C. H. INGALLS e I. W. COWLES. — (Am. Inst. E. E., giugno 1912, Vol. 31, N. 6, pag. 1259.)
- *Misura dei valori massimi nelle prove ad alta tensione.* — C. H. SHARP e F. M. FARMER. — (Am. Inst. E. E., giugno 1912, Vol. 31, N. 6, pag. 1237).
- *Motori a corrente alternata e continua per servizio ausiliario.* — BRENT WILEY. — (Am. Inst. E. E., maggio 1912, Vol. XXXI, N. 5, pag. 545).
- *Motore a velocità variabile.* — A. DAVES DU BOIS. — (El. W., N. Y., 18 maggio 1912, Vol. 59, N. 20, pag. 1063).
- *Il diagramma circolare dei motori trifasici a collettore.* — L. DREYFUS e F. HILLEBRAND. — (El. u. Masch., W., 12 maggio 1912, Vol. XXX, N. 19, pag. 389).
- *Frenatura elettrica dei motori ad induzione.* — H. C. SPECHT. — (Am. Inst. E. E., 1912, Vol. XXXI, N. 5, pag. 583).

Motori primi.

- *Le recenti ricerche sui corsi d'acqua nelle Alpi francesi.* — G. ANFOSSI. — (A. E. T., maggio 1912, Vol. XVI, N. 5, pag. 407).
- *Studio d'una turbina a vapore a scappamento da 1000 Kw.* — MARCHAND. — (Ind. El., P., 25 maggio 1912, Vol. 21, N. 490, pag. 222).
- *Sviluppo recente delle pompe d'aria rotanti e dei condensatori.* — C. E. C. SHAWFIELD. — (El., L., 14 giugno 1912, Vol. LXIX, N. 10, pag. 390).

Radiotelegrafia e radiotelefonia.

- *Tentativi di ricevere un segnale radiotelegrafico con un pallone.* — MOSLER. — (El., L., 19 aprile 1912, Vol. LXIX, N. 2, pag. 50).
- *Il funzionamento delle antenne di terra.* — W. BURSTYN. — (E. T. Z., 13 giugno 1912, Vol. 33, N. 24, pag. 615).

Telegrafia, telefonia e segnalazione.

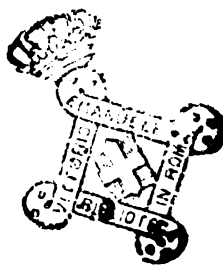
- *Trasmissione delle immagini a distanza. Televisione.* — A. MARINO. — El., R., 1 giugno 1912, Vol. XXI, N. 11, pag. 161).
- *I cavi telefonici sottomarini.* — DEVAUX-CHARBONNEL. — (Lum. El., 15 giugno 1912, Vol. XVIII, N. 24, pag. 323).
- *I moderni sistemi di telegrafia elettrica quadruplica Hughes-Banzati.* — G. BANZATI. — (El., R., 1 luglio 1912, Vol. XXI, N. 13, pag. 195).
- *Miglioramento di un impianto telefonico di bordo.* — A. BRAUZZI. — (El., R., 1 giugno 1912, Vol. XXI, N. 11, pag. 169).
- *Sulla microtelegrafia.* — G. BANZATI. — El., R., 1 giugno 1912, Vol. XXI, N. 11, pag. 167).

Trasformatori e convertitori.

- *Sugli olii da trasformatori.* — A. REISSSET. — (Lum. El., 6 giugno 1912, Vol. XIX, N. 27, pag. 7).
- *Messa a terra dei secondari dei trasformatori e delle reti.* — H. P. JENNINGS. — (El. W., N. Y., 1 giugno 1912, Vol. 59, N. 22, pag. 1215).

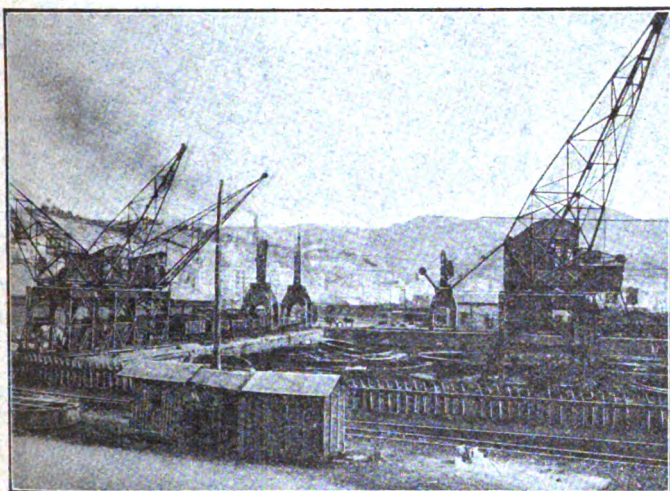
Trazione.

- *Le tramvie elettriche Parmensi.* — E. VIGLIA. — (El., R., 15 giugno 1912, Vol. XXI, N. 12, pag. 177).
- *Sopporti pallinati per motori di trazione.* — RAU. — (El. Krb. Ba., Mü., 24 giugno 1912, Vol. X, N. 18, p. 386).
- *Introduzione dei treni merci sulle ferrovie elettriche interurbane.* — S. T. DODD. — (Am. Inst. E. E., maggio 1912, Vol. XXXI, N. 5, pag. 741).
- *I telai e le casse delle vetture tramviarie.* — J. SIMEY. — (Lum. El., 18 maggio 1912, Vol. XVIII, N. 20, pag. 305).
- *L'intermittenza: i suoi effetti sulla limitazione della trazione elettrica per trasporto passeggeri in città e suburbio.* — W. Y. LEWIS. — (El. L., 31 maggio 1912, Vol. LXIX, N. 8, pag. 326).
- *L'increspamento delle rotaie.* — J. H. BRIGGS. — (El., L., 26 aprile 1912, Volume LXIX, N. 3, pag. 93).
- *L'aspetto meccanico della trazione elettrica.* — F. W. CARTER. — (El., L., 26 aprile 1912, Vol. LXIX, N. 3, pag. 88).
- *Impianti della ferrovia elevata di Amburgo.* — W. MATTERSdorFF. — (E. T. Z., 6 giugno 1912, Vol. 33, N. 23, pag. 587).
- *Il problema delle rapide comunicazioni a Pittsburg.* — G. SCHIMPF. — (E. T. Z., 30 maggio 1912, Vol. 33, N. 22, pag. 556).



SOCIETÀ' NAZIONALE OFFICINE DI SAVIGLIANO

Direzione, Via Genova 23, Torino - Officine in Savigliano e Torino



COSTRUZIONI

METALLICHE

MECCANICHE

ELETTRICHE

ED

ELETTRO-MECCANICHE

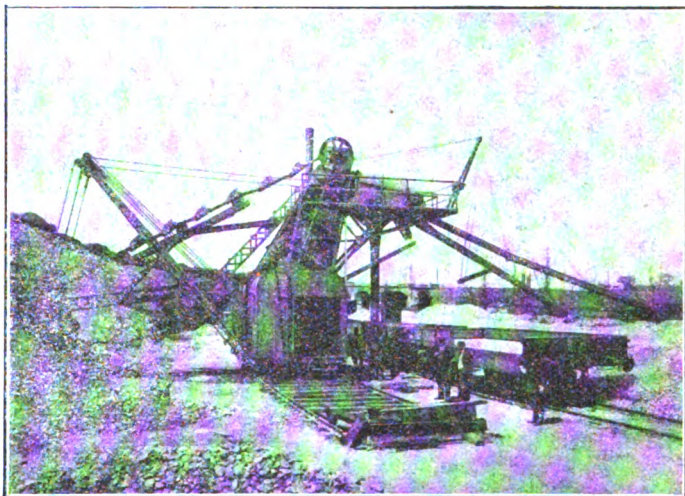
MATERIALE

FISSO E MOBILE
PER FERROVIE

E TRAMVIE
A VAPORE
ED ELETTRICHE

CABESTANS

SCAVATORI
DRAGHE, ECC.



Rappresentanze:

VENEZIA: Castello, Calle dietro la Chiesa di S. Giovanni Novo, 4439.
ROMA . . : Ing. **Giulio Castelnuovo** — Via Sommacampagna, 15.
GENOVA : Sigg. **A. M. Pattono e C.** — Via Caffaro, 17.
MILANO : Ingg. **Gmür, Lanza, Zaretti** — Via Senato, 28.
BARI . . : Ing. **Giuseppe Illuzzi** — Via Caruli, 89.

ING. S. BELOTTI & C.

☐
Telef. 73-03

.. *MILANO* ..

☐
Teleg. Ingbelotti

☐ CORSO P. ROMANA 76-78 ☐

FORNITURE

per la Costruzione e l'Esercizio

DI

TRAMVIE e FERROVIE

ELETTRICHE

Armamento sedi: Connessioni di rame; scambi, cuori, incroci in acciaio al manganese; utensili per la posa.

Armamento linee aeree: Isolatori, parafulmini, apparecchi di segnalazione, accessori.

Equipaggiamento vetture: Controller, automatici, resistenze, valvole, freni, ingranaggi: parti di ricambio relative.

Equipaggiamento rimesse: Tréteaux, martinetti, stufe per indotti, macchine per ribobinare armature e matassine, per rettificare collettori, ecc.

Fornitori delle Ferrovie dello Stato
e delle principali Tramvie e Ferrovie Elettriche d'Italia

Pubblicazione mensile.Conto Corrente con la Posta.**ATTI**

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

UFFICIO CENTRALE

Telefono 20-86

Telegrammi ASSELITA

MILANO, Via S. Paolo, 10

— Erecta in Ente Morale il 3 Febbraio 1910. —

Premiata con: Diploma di benemerenza all'Esposizione di Como nel 1885 — Gran Premio all'Esposizione di Saint Louis nel 1904 — Gran Premio all'Esposizione di Brescia nel 1910.

ELENCO SOCI**INDICE.**

Consiglio Generale	Pag. 1
Elenco dei Membri componenti il Comitato di revisione delle Norme per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici	» 2
Indice generale dei Soci. — Soci individuali	» 3
— Soci collettivi	» 13
ELENCO SOCI — Sezione di Bologna	» 16
— » di Catania	» 22
— » di Genova	» 27
— » di Livorno	» 33
— » di Milano	» 37
— » di Napoli	» 70
— » di Padova	» 83
— » di Palermo	» 87
— » di Roma	» 90
— » di Torino	» 103
Tabella riassuntiva al 1 agosto 1912	» 116
Statuto dell'Associazione Elettrotecnica Italiana.	» 117
Regolamento generale dell'Associazione Elettrotecnica Italiana	» 126
Elenco dei periodici ricevuti in cambio dalla Biblioteca della Sede Centrale dell'A. E. I.	» 130



I Soci devono dare sollecito avviso di ogni cambiamento d'indirizzo alla Sezione cui appartengono.



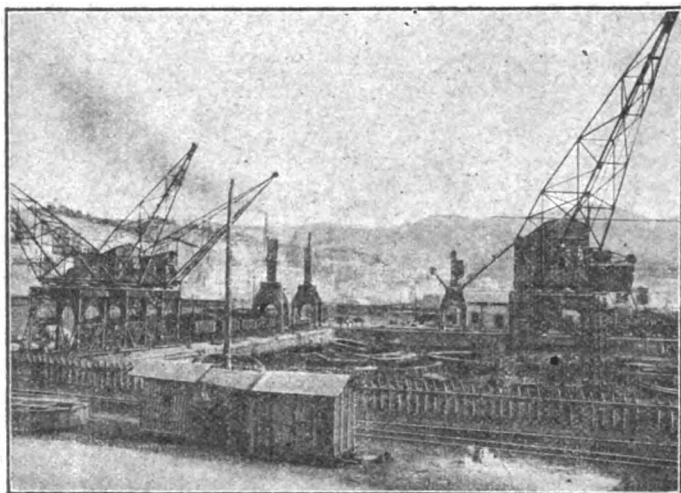
MILANO

Stabilimenti Grafici STUCCHI, CERETTI & C.
16, Via S. Damiano — Via Vittadini, 5

1912

SOCIETA' NAZIONALE OFFICINE DI SAVIGLIANO

Direzione, Via Genova 23, Torino — Officine in Savigliano e Torino



COSTRUZIONI

METALLICHE

MECCANICHE

ELETTRICHE

ED

ELETTRO-MECCANICHE

MATERIALE

FISSO E MOBILE

PER FERROVIE

E TRAMVIE

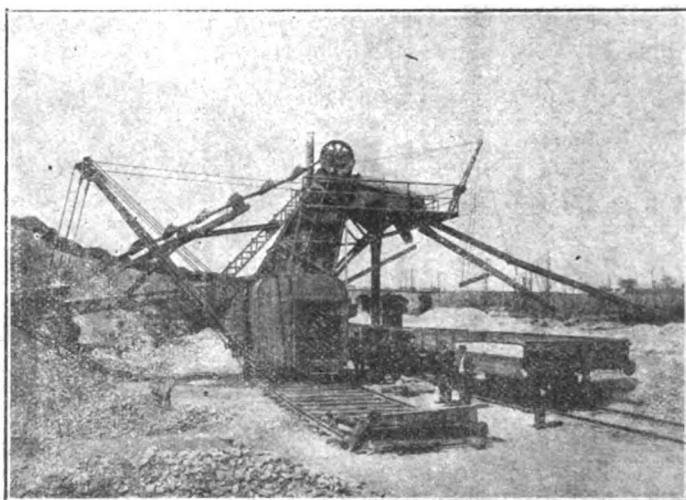
A VAPORE

ED ELETTRICHE

CABESTANS

SCAVATORI

DRAGHE, ECC.

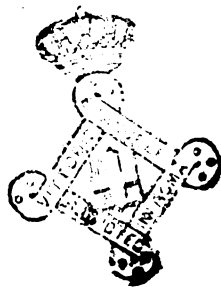


Rappresentanze:

VENEZIA: Castello, Calle dietro la Chiesa di S. Giovanni Novo, 4139.
ROMA . . : Ing. **Giulio Castelnuovo** — Via Sommacampagna, 15.
GENOVA : Sigg. **A. M. Pattono e C.** — Via Caffaro, 17.
MILANO : Ingg. **Gmür, Lanza, Zaretti** — Via Senato, 28.
BARI . . : Ing. **Giuseppe Illuzzi** — Via Caruli, 89.

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

ELENCO SOCI



Consiglio Generale

PRESIDENZA 1912-1914

Presidente LORI Prof. Ing. FERDINANDO, Padova.
Vice-Presidenti BATTELLI On. Prof. ANGELO, ROMA — LOMBARDI Prof.
Ing. Cav. LUIGI, Napoli — SEMENZA Ing. GUIDO, Milano.
Segretario Generale PARVOPASSU Ing. Prof. CARLO, Padova.
Vice-Segretario Generale BIANCHI Ing. Angelo, Milano.
Cassiere BARBAGELATA Prof. Ing. ANGELO, Milano.

Consiglieri rappresentanti le Sezioni per il 1912

Bologna — N. N. (da eleggersi) *Presidente* — Raffi Ing. Pasquale.
Catania — Fusco Ing. Francesco, *Presidente* — Carnazza On. Gabriello — Tricomi
Ing. Bonaventura.
Genova — Rumi Prof. Ing. Cav. Uff. A. Sereno, *Presidente* — Königsheim Ing. Sigi-
smondo — Pugliese Ing. Augusto.
Livorno — Vivarelli Prof. Aristide, *Presidente* — Lodolo Ing. Cav. Alberto.
Milano — Panzarasa Ing. Alessandro, *Presidente* — Bertini Ing. Angelo — Civita
Ing. Domenico — Conti Ing. Comm. Ettore — Danioni Ing. Filippo —
Fenzi Ing. Enzo — Gadda Ing. Giuseppe — Jona Ing. Emanuele —
Motta Ing. Giacinto — Stucchi-Prinetti Ing. Giacinto — Vannotti In-
gegner Ernesto.
Napoli — Lombardi Prof. Cav. Luigi, *Presidente* — Bonghi Cav. Ing. Mario — Curti
Ing. Cav. Camillo Albino — Granafel Ing. Aslan — Vallauri Ing. Giancarlo.
Padova — N. N. (da eleggersi) *Presidente* — Milani Ing. Cav. Paolo.
Palermo — Dina Prof. Ing. Alberto, *Presidente* — Buttafarri Ing. Gaetano.
Roma — Del Buono Ing. Ulisse, *Presidente* — Ascoli Cav. Prof. Moisé — Majorana
Prof. Comm. Quirino — Mengarini Comm. Prof. Guglielmo — Piola
Prof. Francesco.
Torino -- Tedeschi Comm. Ing. Vittorio, *Presidente* — Grassi Comm. Prof. Guido —
Jervis Ing. Tommaso — Ferraris Ing. Prof. Lorenzo — Guagno Ing. Enrico.

Presidenti antecedenti.

Prof. Comm. Galileo Ferraris (dal 27 dicembre 1896 al 7 febbraio 1897) — Prof. Comm. Giu-
seppe Colombo (1897-1899) — Prof. Comm. Guido Grassi (1900-1902) — Prof. Comm. Moisé
Ascoli (1903-1905) — Ing. Cav. Emanuele Jona (1906-1908) — Ing. Prof. Cav. Luigi Lombardi.
(1909-1911).

ELENCO dei Membri componenti il Comitato di revisione delle Norme per l'Esecuzione e l'Esercizio degli Impianti elettrici.

Presidente: LORI Prof. Ing. FERDINANDO

Commissione compilatrice.

Ing. Fano Guido
Ing. Prof. Ferraris Lorenzo
Ing. Giacinto Motta
Ing. Pontiggia Luigi
Ing. Salvadori Riccardo

Membri.

Ing. Morelli Ettore	}	delegati del Consiglio Generale.	
Ing. Semenza Guido			
Ing. Raffi Pasquale		delegati della Sezione di Bologna	
Ing. Vismara Emirico		"	Catania
Ing. Königheim Sigmund		"	Genova
Ing. Dal Medico Gustavo		"	Livorno
Ing. Emanuele Jona	\	"	Milano
Ing. Vannotti Ernesto	/	"	
Ing. Bonghi Mario	\	"	Napoli
Ing. Utili Giuseppe	/	"	
Ing. Carazzolo Giuseppe		"	Padova
Prof. Dina Alberto		"	Palermo
Prof. Majorana Quirino	\	"	Roma
Ing. Del Buono Ulisse	/	"	
Ing. Soleri Elio	\	"	Torino
Ing. Trossarelli Ottavio	/	"	

ASSOCIAZIONE Elettrotecnica Italiana



INDICE GENERALE DEI SOCI

SOCI INDIVIDUALI.

	pag.		pag.		pag.
Abraham M.	37	Ancona G.	38	Arnò R.	38
Acanfora A.	22	Ancona U.	38	Artom A.	103
Acerboni C.	37	Andreoni C.	38	Ascoli Mario	38
Acquaviva Coppola	70	Andreucci C.	90	Ascoli Moisè	91
Acton Enrico	22	Anelli F.	38	Asprea P.	33
Adami A.	37	Anfossi G.	27	Assereto P.	103
Aglietta B.	70	Angelelli E.	90	Astuni G.	70
Agnolozzi E.	90	Angelini G.	90	Astuti F.	33
Agustoni A.	37	Annovazzi P.	27	Astuto G.	38
Alessandri E.	37	Antonietti R.	103	Attal A.	33
Algeri M.	37	Anzini G.	38	Attal S.	33
Allara G.	87	Apolloni G. M.	91	Attanasio U.	22
Alker R.	90	Apostoli S.	38	Audisio G.	27
Allievi L.	90	Appelius C.	27	Auteri M.	91
Allocati N.	90	Arabia A. A.	91	Azria F.	33
Almagià E.	37	Arata Giovanni	70	Azzi A.	70
A'pago R.	83	Arena A.	22	Azzini A.	27
Amaduzzi L.	16	Arena O.	87	Baer E.	103
Amati G.	83	Arcellaschi L.	38	Bagajoli N.	38
Amato T.	70	Arcioni V.	38	Balsamo N.	38
Amendolito F.	82	Arcozzi Masino F.	103	Balzani C.	16
Amicarelli F.	70	Ardito S.	91	Banfi E.	38
Amman E.	37	Arigo G.	103	Banfi G.	38
Ammirato G.	27	Ariola L.	70	Banti A.	91
Anastasi A.	90	Armandi L.	103	Barassi V.	39

	pag.		pag.		pag.
Baratta F.	39	Bernardi G.	40	Boselli L.	41
Barattini A.	16	Bernardini E.	40	Bosio E.	106
Barbagelata A.	39	Bernasconi E.	40	Bosone L.	104
Barberis C.	103	Berner G.	71	Botto U.	104
Barberis G.	39	Bertini A.	40	Boubée F. C. P.	71
Barbieri M. D.	104	Bertotti U.	104	Bovi B. A.	104
Bardelli A.	39	Besostri P.	40	Bovone E.	41
Barducci F.	91	Besozzi A.	40	Bozzolo G.	41
Barmettler R.	70	Biagini A.	91	Bracco G.	41
Barni E.	39	Biagini G.	104	Brandi V.	41
Baroni M.	39	Bianchi A.	40	Bravetti E.	22
Barosi G.	39	Bianchi E.	16	Brazzola C. V.	41
Barreca P.	91	Ribolini A.	91	Breda E.	41
Bartoli B.	91	Biffi E.	40	Breglia C.	71
Bartoli G.	71	Bigio A.	27	Breglia E.	71
Bartolini F.	16	Birelli G.	22	Bressan A.	83
Barzano C.	39	Bisazza G.	104	Brigiuti M.	41
Bas E.	39	Bisutti U.	40	Brioschi F.	41
Basevi A.	71	Boccardo Emilio	104	Brisson Henry	41
Basevi E.	91	Boccardo E.	27	Brizio L.	28
Bassani E.	91	Bocciardo A.	27	Brodie William A.	42
Bassi A.	39	Bochicchio C.	40	Broggi C.	42
Bassi R.	39	Boggiolera E.	22	Bronzini E.	105
Battaglia M.	22	Boglione C.	104	Brown C. E. L.	42
Battaglia T.	104	Bogni M.	40	Brun S.	71
Battelli A.	91	Böhm M.	40	Brunelli G.	16
Baumert C.	39	Boldorini A.	41	Brunelli I.	42
Beato A.	71	Bolis P.	22	Brunelli L. M.	91
Bedeschi A.	71	Bolognini A.	70	Bruni G.	83
Belotti S.	40	Bonaccorsi E.	87	Bruni P.	42
Bellati M.	83	Bonamico P.	104	Bruno F.	105
Bellet Domenico	71	Bonanni C.	28	Bruno G.	28
Bellini E.	104	Bonfiglio G. C.	41	Bruschi R.	17
Bellini V.	39	Bonghi M.	70	Bruzzo M.	28
Belloc L.	91	Bonifazi G.	41	Buffa M.	28
Belloni E.	83	Bonini F.	104	Bullara S.	42
Belluzzo G.	39	Bonomi G.	41	Buonomo G.	71
Benedetti D.	33	Bordoni P.	28	Buschetti C.	42
Benetti F.	91	Bordoni U.	91	Buttafarri G.	87
Benetti Genolini P.	40	Borea A.	28	Cagianut N.	105
Beretta A.	40	Borella F.	104	Calandri A.	42
Bergalli E.	104	Boriani F.	16	Calderini A.	42
Bergmann E.	87	Bormida T.	41	Callari E.	71

	pag.		pag.		pag.
Calvello F.	72	Catalano G.	72	Clerici G. P.	43
Calzavara V.	83	Catani G.	33	Coari G.	92
Calzoni A.	17	Catani R.	92	Cocco V.	43
Camera S.	72	Catemario di Quadri	72	Codecasa E.	43
Campanari E.	92	Calaciuri V.	23	Colabich P.	44
Campolongo M.	72	Catenacci G.	83	Colica G.	44
Campos A.	28	Cattaneo Giulio . . .	43	Colla A.	44
Campos G.	42	Cattaneo Gioacchino	28	Colombo A.	44
Canali A.	42	Cattori M.	72	Colombo Sen. G. . .	44
Candeli A.	92	Cauro L.	43	Colombo G.	44
Candia M.	72	Cavalcanti G.	72	Colombo R.	92
Canevazzi S.	17	Cavalieri Duca di A.	17	Colombo V.	44
Cangia G. D.	72	Cavallero G.	105	Colonnesi C.	44
Cantagalli A.	72	Cecchi C.	105	Coltri C.	44
Cantone M.	87	Cecchini O.	43	Columbo L. V. . . .	44
Cantono E.	92	Cecere E.	82	Comboni G.	44
Canzoneri D.	23	Coglie M.	82	Conflenti R.	82
Capello B.	105	Celle G.	28	Conforti G.	73
Cappellini V.	28	Ceni A.	43	Conti E.	44
Caprotti B.	42	Centonze A.	73	Conzo G.	82
Cappuccio C.	72	Centurione C.	92	Conzo V.	73
Capuano M.	72	Cenzato G.	43	Coppadoro G.	44
Caracciolo P. T. . . .	92	Ceradini C.	92	Coppellotti V. . . .	105
Carazzolo G.	83	Ceradini E.	43	Coppola G.	73
Carcano F. E.	42	Cesari E.	17	Coppola M. di C. . .	73
Carelli A.	72	Cesaro A.	17	Corbino O. M. . . .	93
Caretti L.	105	Cesaroni C.	92	Corinaldi A.	84
Carletti A.	92	Chiappori D.	28	Corradini A.	93
Cario B.	42	Chiarini V.	17	Corte E.	44
Carminati G.	42	Chiesa L.	43	Cortese L. F.	44
Carnazza G.	23	Chiesa T.	105	Cortivo A.	93
Carpinteri P.	23	Chizzolini A.	43	Costa E.	93
Cartisano M.	23	Cicala R.	73	Costa G.	73
Cascone D.	92	Ciccioli R.	92	Covi A.	44
Casetta E.	105	Ciciriello R.	92	Cristoforis G. . . .	23
Cassinis G.	92	Cigno D.	23	Croce A.	84
Cassitto U.	72	Cimaz S.	105	Croci A.	45
Castelli d. Vinca U.	42	Cipriani Rinaldo . .	73	Crosa V.	105
Castelli E.	83	Cirila E.	43	Crosti C.	45
Castelnuovo G.	92	Civalleri F. G. . . .	105	Crudele U.	93
Castoldi E.	43	Civita D.	43	Cuneo N.	28
Castoldi M.	43	Claretta Assandri L.	105	Cuoco G.	23
Castracane F.	92	Clerici C. di F. . . .	43	Curato R.	73

	pag.		pag.		pag.
Curì C. A.	73	Demichelis E.	45	Eller Vainicher L.	74
Cusani M.	73	Demonte A.	106	Elia Washington	74
Cuttica di Cassine	106	De Muro L.	93	Emanueli Leopoldo	46
Daccò G.	45	De Nicola G.	74	Emanueli Luigi	46
D'Agostino G.	73	Denti E.	46	Erbslöh P.	28
Dalla Noce A.	17	De Porcellinis E.	74	Ercole E.	74
Dallari L.	84	De Regibus C.	106	Errera L.	46
Dal Co G.	45	De Rham P.	46	Esposito F.	74
Dalmedico G.	33	De Seras M.	46	Esterle C.	46
Damiani G.	45	De Simone F.	74	Fabrizi L.	94
D'Amico G.	23	Dessy F.	46	Fabbri A.	88
Damioli F.	45	De Stefani G.	46	Facchinetti G. B.	46
Danioni F.	45	De Stefani S.	84	Facchinetti P.	47
De Andreis L.	45	De Strens E.	46	Faccioli G.	47
De Angeli R.	73	De Thierry H.	106	Fadini C.	47
De Benedetti A.	93	De Vecchi F.	74	Fagioli G.	34
De Benedetti E.	106	De Visser E. B.	46	Fago E.	74
De Benedetti G.	106	De Vleeschauwer G.	46	Fanelli P.	17
De Benedetti V.	93	Diatto A.	106	Fano Giacomo	47
De Bernocchi F.	106	Di Cave V. S.	93	Fano Gino	94
De Biase L.	73	Diena C.	106	Fano Guido	94
Decio G.	45	Di Liddo S.	74	Fantini A.	47
De Falco E.	73	Dina A.	87	Faranda A.	94
De Ferrari C.	33	Di Pirro G.	93	Farina O.	47
De Fonseca F.	74	Di Prampero C.	106	Farolfi A.	17
De Giacomo C. A.	74	Di Simone G.	87	Faruffini M. G.	94
De Giulì M.	84	Dispenza R.	23	Fasanotto G.	47
De Joungh M.	93	Dolce I.	87	Fenzi F.	47
Del Buono U.	93	Dolcetta G.	46	Ferla E. fu G.	47
Delfanti E.	17	Donatelli U.	23	Feroldi De Rosa C.	94
De La Grennelais A.	74	Donati A.	17	Ferradini M.	47
Dell'Aglio R.	106	Donati L.	17	Ferraguti G.	47
Della Giusta F.	45	Donegani G.	34	Ferranti I.	94
Della Lucia	93	Dornig M.	93	Ferrari A.	47
Della Porta F.	45	D'Orso G.	74	Ferrari E.	47
Della Riccia A.	45	Dossmann G.	28	Ferrari C.	75
Della Salda C.	45	Douhet G.	93	Ferrario C.	47
Del Moro B.	93	Dubs Giovanni	94	Ferraris L.	47
Del Prà A.	84	Dumontel A.	106	Ferraris Lorenzo	106
Del Proposto C.	45	Dumontel G.	106	Ferrario F.	47
De Luca L.	23	Durando G.	84	Ferrario P.	48
Del Valle G.	84	Eggington A.	94	Ferrero C.	17
De Martinis R.	74	Einstein R.	46	Ferro V.	107

	pag.		pag.		pag.
Ferroni Frati G. . .	94	Froechlich F. . .	75	Ginatta C.	29
Ferrua E.	107	Froggio G. fu D. .	75	Gini A.	18
Fichera G. B. . . .	23	Fumero F. E. . . .	48	Giordana G. B. . .	108
Fidora F.	48	Furlanelli L. . . .	49	Giordano C.	75
Finardi A.	107	Fusco F.	24	Giordano G.	49
Finazzi L.	84	Gabellone G. . . .	94	Giorgetti G. T. . .	50
Finocchietti E. . .	29	Gadda G.	49	Giorgi G.	95
Finzi G.	48	Gagliardi E. . . .	49	Giorelli A. C. . . .	108
Finzi L.	48	Gagliardo L. . . .	24	Giovanardi C. . . .	50
Finzi V.	48	Gaiani A.	17	Giovannoni E. . . .	29
Fiorani T.	75	Gaiassi L.	94	Giovannoni R. . . .	50
Fiore G. fu Dario .	75	Galli E.	75	Giovanola P.	50
Fiore G.	75	Galliano S.	29	Gippini E.	29
Fioretti Luigi . . .	48	Gallucci A.	49	Girace F.	76
Fiorini D.	48	Galvani C.	94	Gismondi F.	29
Fischetti E.	23	Gambara G.	94	Giugiletti G. . . .	50
Foa I.	75	Ganassini G. . . .	49	Giuliani G.	50
Fogliani G.	48	Gandolfi A.	18	Giuliani Giuseppe .	76
Folchini A.	107	Garbani L.	49	Giunchedi I.	76
Folco C.	88	Garbasso A.	107	Giupponi L.	108
Foltzer E.	48	Gargano Carlo . . .	75	Giuseppetti B. . . .	95
Fonseca H.	29	Gargano C.	75	Giussani T.	50
Fontana M.	107	Garfield A. S. . . .	49	Giustiniani A. . . .	108
Fontana V.	107	Garghetti C. . . .	49	Gnesotto T.	84
Formica A.	107	Garibaldi C.	29	Goglio G.	108
Foresti A.	48	Garnier V.	107	Gola G.	108
Forlivesi C.	23	Gaspari Chinaglia .	75	Gonzales T. di E. . .	50
Fornaca G.	107	Gasparini C.	18	Gostoli D.	18
Forni S.	48	Gasparini L.	29	Granafei I.	76
Forster P.	107	Gasparini S.	34	Granata M.	82
Foscarini A.	48	Gatta D.	49	Granniello G. . . .	76
Fossa Mancini C. . .	94	Gaulis A.	75	Grassi A.	76
Foster T.	48	Gavioli L.	49	Grassi F.	50
Franceschi A.	94	Gentile E.	34	Grassi G.	108
Franceschini M. S. .	48	Gerosa Emilio . . .	49	Grazzani M.	50
Francesetti di M. G.	75	Ghetti O.	49	Gregotti E.	50
Franchetti A. . . .	107	Ghisi F.	24	Greppi L.	18
Franchi G.	17	Giacalone M. A. . .	49	Grimaldi G. B. . . .	24
Frenzel F.	48	Giletta S.	95	Grimoldi P.	50
Frassetto F.	75	Giamminola G. . . .	49	Grismayer E.	95
Frassetto N. P. . . .	24	Gianolio V.	107	Gronda A.	50
Fredin C.	75	Gigli G.	49	Guagno E.	108
Frigerio C.	94	Gilardini F.	107	Guastalla G.	50

	pag.		pag.		pag.
Guerra G.	50	Lavatelli C. A. . . .	109	Macola G.	95
Guerreri A.	76	Lazzarini G.	95	Maddem G.	24
Guttinger G.	50	Lebano A.	76	Maffezzini A. . . .	29
Hess A.	108	Le Coultre E.	76	Maffei M.	30
Hess L.	50	Le Coultre Ernesto .	51	Maffezzoli A. . . .	77
Hess. Z.	29	Leidi C. di E.	51	Maffiotti G. B. . .	109
Hoeppli U.	51	Lenner R.	95	Magatti E.	52
Huldschiner G. . . .	51	Leonardi L.	95	Magini U.	102
Imoda G. E.	108	Levi-Civita T.	84	Magistri A.	95
Indaco V.	76	Levi Da Zara M. . .	84	Magliocco V. . . .	109
Interdonato P. . . .	24	Levi E.	109	Maglione G.	77
Invernizzi E.	51	Levi G.	29	Magnocavallo L. . .	52
Izar A.	51	Lieb John W. Junior	52	Magrini L.	52
Jacobini O.	18	Liebe F.	76	Magrini S.	18
Janora G.	95	Lignana G.	109	Maifreni F.	52
Jarach A.	51	Liguori P.	76	Mailoux C. O. . . .	96
Jardini M.	51	Lingua A.	109	Maiorana F.	24
Jean G.	108	Liuzzi C. F.	52	Maiuri G.	52
Jervis T.	108	Locarni V.	29	Majorana Calatab.	96
Jotze G.	51	Lo Cascio G.	76	Malaspina T.	52
Jona E.	51	Locatelli G.	52	Malerba F.	53
Jona M.	18	Lodolo A.	34	Malfassi L.	53
Joung L.	76	Lombardi L.	76	Malvolti V.	77
Keller S.	108	Londei L.	95	Manara M.	53
Kennely A. E.	95	Longhi C.	52	Mancini U.	96
Kitt G.	18	Longo B.	18	Mandolesci G. . . .	77
Kolomann K.	95	Lo Presti S.	88	Manetti N.	88
Königsheim S.	29	Loria C.	52	Mangiagalli L. . . .	53
Krüger C.	51	Lori F.	84	Mann C.	96
Kugel M.	51	Loviseti L.	52	Maniscalco G. . . .	34
Kusterer H.	51	Ludernani P.	52	Mantegazzini G. . .	18
L'Abbate D.	95	Luigi L.	95	Mantovani A.	53
Lado G.	51	Luino A.	109	Manzi D.	30
Landolt F.	51	Lupi Donatello . . .	52	Maraghini V.	53
Lanino G.	108	Luraschi A.	52	Marano Consoli N. .	24
Lanino P.	95	Luzzati R.	52	Marantonio C. . . .	96
La Porta A.	51	Luzzatti C.	77	Marchesi G.	96
Larghi F.	51	Luzzato D.	52	Marchetti L.	53
La Rosa M.	88	Macaluso D.	88	Marchini F.	109
Lattes O.	95	Macari O.	77	Marcon G.	84
Lattes R.	24	Maccaferri U.	18	Marconi Giuseppe .	96
Lauchard E.	109	Maccheroni G.	52	Marconi Guglielmo	96
Laurenti F.	84	Macchia G.	34	Marelli E.	53

	pag.		pag.		pag.
Marenco E. . . .	109	Mina C. . . .	54	Negri R. . . .	54
Mariani P. . . .	53	Mincuzzi P. . . .	97	Negro L. . . .	110
Marini A. . . .	88	Minelli A. . . .	97	Neri G. . . .	34
Marietti S. . . .	109	Mingarelli A. . . .	30	Netti A. . . .	97
Maroni G. . . .	53	Miniotti M. . . .	110	Neuhaus G. . . .	55
Marro A. . . .	96	Minozzi A. . . .	77	Nicolini E. . . .	55
Marsal G. . . .	109	Miolati A. . . .	110	Niemack G. . . .	34
Martelli G. . . .	53	Mochi A. . . .	54	Niethammer F. . . .	55
Martinez Giulio . . .	96	Modigliani U. . . .	54	Nizza F. . . .	110
Martinez Giuseppe . . .	77	Moleschott C. . . .	97	Nizzola A. . . .	55
Martini U. . . .	30	Molinari C. A. . . .	54	Nobile U. . . .	78
Martini Zuccagni A. . .	34	Molinari P. . . .	30	Nobili A. . . .	85
Martorelli P. . . .	77	Moltini Pietro . . .	30	Nobili D. . . .	55
Mascarini G. . . .	53	Monasterolo B. . . .	110	Norbunio O. . . .	30
Masetti Zannini A. . .	18	Monetti G. . . .	18	Norsa R. . . .	55
Massa G. . . .	30	Monnet E. . . .	110	Novi M. . . .	19
Massari M. . . .	77	Mongini G. . . .	97	Noyer E. . . .	110
Mastrangelo V. . . .	77	Montecorboli P. . . .	97	Nuzzaci B. . . .	55
Mastricchi F. . . .	88	Monteguti A. . . .	97	Obbieght G. . . .	97
Mastrostefano D. . . .	77	Montel A. . . .	97	Odazio A. . . .	55
Maternini F. . . .	109	Montel L. . . .	110	Ojetti N. . . .	97
Maurelli C. . . .	53	Monteleone P. . . .	54	Olian F. . . .	85
Mauro R. . . .	109	Monteverde A. . . .	24	Oliveri A. . . .	55
Mazzolani G. . . .	96	Monti C. . . .	54	Oliverio G. A. . . .	55
Meciani Manin . . .	53	Monticelli C. . . .	54	Olivetti C. . . .	55
Megardi G. . . .	109	Montù C. . . .	110	Olivieri M. . . .	55
Melazzo G. . . .	77	Morelli E. . . .	110	Omodei D. . . .	30
Merlini G. . . .	57	Moreno O. . . .	110	Omodeo A. . . .	55
Melisurgo G. . . .	96	Morini F. . . .	19	Orefici G. . . .	55
Melli R. . . .	53	Morino D. . . .	54	Orlando L. . . .	34
Memmo R. . . .	96	Morone F. . . .	54	Orlando S. . . .	55
Mengarini G. . . .	96	Moroso D. . . .	77	Orsini A. . . .	78
Menegazzi E. . . .	53	Morosoli A. . . .	24	Orsini O. . . .	34
Meneghini D. . . .	84	Morpurgo E. . . .	97	Ortona A. . . .	55
Meriggi L. . . .	54	Moschini A. . . .	85	Oss D. . . .	56
Merizzi G. . . .	54	Motta G. . . .	54	Ottone G. . . .	88
Merlini G. . . .	54	Motti F. . . .		Ovazza E. . . .	88
Merrone S. . . .	54	Mottura A. . . .	110	Padulli L. . . .	56
Messina G. . . .	77	Muggia Ferruccio . . .	78	Pagan M. . . .	56
Mignani R. . . .	96	Nardis M. . . .	97	Pagano F. . . .	88
Milani P. . . .	85	Nascia A. . . .	78	Pagliani S. . . .	88
Milani R. . . .	85	Nathan A. . . .	54	Palagi T. . . .	19
Milazzo V. . . .	96	Negri L. . . .	110	Palandri F. . . .	56

	pag.		pag.		pag.
Palazzolo G. . . .	97	Peyron E. . . .	111	Puccioni C. . . .	98
Palestrino C. . . .	110	Pezzi E. . . .	111	Pugliese Achille .	111
Palestrino G. . . .	110	Piacani E. . . .	34	Pugliese Augusto .	31
Palladino A. . . .	78	Piaggio C. . . .	30	Pupeschi A. . . .	34
Pancaldi A. . . .	19	Piazza F. . . .	56	Puppini U. . . .	19
Pandiani A. . . .	56	Piazzoli E. . . .	57	Putato E. . . .	58
Pandiani E. . . .	56	Picciafuoco P. . .	57	Quadrio A. . . .	58
Pantaleo L. . . .	78	Piccinini E. . . .	57	Quarantino G. . .	78
Pantaleo V. . . .	82	Piglione C. . . .	111	Quarena G. . . .	58
Panzarasa A. . . .	56	Pignotti R. . . .	98	Quattrini A. . . .	58
Parazzoli A. . . .	97	Pinna R. . . .	111	Queirolo R. . . .	31
Parmiggiani G. . .	110	Pinto A. . . .	57	Quinto Ricardo .	78
Parodi C. . . .	34	Piola F. . . .	98	Raffi P. . . .	19
Parvopassu C. . . .	85	Pirelli A. . . .	57	Ragno S. . . .	78
Pasanisi M. . . .	82	Pirelli G. B. . . .	57	Rancati A. . . .	58
Pasca R. . . .	98	Pirelli P. . . .	57	Rapisardi B. . . .	25
Pasencici L. . . .	78	Piscia F. . . .	57	Rapisardi F. . . .	25
Passeri S. . . .	98	Piter A. . . .	85	Rayneri G. M. . .	98
Patanè G. . . .	24	Piva C. A. . . .	57	Ravà E. . . .	31
Paternò E. . . .	24	Piva M. . . .	57	Raverta E. . . .	88
Paternò L. . . .	98	Pizzuti M. . . .	78	Rebaudi V. . . .	98
Patrocollo V. . . .	56	Poggi G. . . .	57	Rebora G. . . .	58
Patti P. . . .	88	Pogliani M. . . .	57	Reboul A. . . .	58
Pavia A. . . .	98	Polacco A. . . .	57	Reggiani N. . . .	98
Pavia G. . . .	56	Pollak C. . . .	57	Reggio G. . . .	31
Pedoja E. . . .	56	Pollone E. . . .	111	Reina V. . . .	98
Pedrini F. A. . . .	56	Pomilio O. . . .	82	Reinach E. . . .	58
Pellerano P. . . .	30	Pontecorvo L. . . .	30	Reinacher G. . . .	58
Peloso A. . . .	85	Ponti G. G. . . .	111	Respighi L. . . .	98
Penso R. . . .	98	Pontiggia L. . . .	57	Revel F. . . .	58
Perego A. . . .	56	Pontremoli G. . .	57	Revessi G. . . .	98
Peretti M. . . .	19	Ponzini A. . . .	58	Ricciadelli P. . .	111
Peri A. . . .	111	Ponzo M. . . .	111	Ricciardi F. . . .	59
Perilli G. . . .	98	Pozzi G. . . .	58	Riccioli M. . . .	111
Perna A. . . .	78	Pozzo A. . . .	30	Ricci A. . . .	59
Pernigotti G. . . .	30	Prat P. . . .	111	Ricci L. . . .	59
Perrelli P. V. . . .	110	Prati L. . . .	58	Ricco A. . . .	78
Perrochet P. . . .	78	Prato Previde R. .	58	Ricotti P. . . .	111
Persico A. . . .	78	Predazzi P. . . .	58	Ridoni E. . . .	112
Personali F. . . .	111	Premoli E. . . .	19	Riesen J. . . .	112
Pesenti G. . . .	56	Previtera A. . . .	25	Rieti E. . . .	85
Pestalozza G. . . .	56	Prinetti I. . . .	58	Righi A. . . .	19
Petrone G. . . .	56	Profumo D. . . .	30	Rimini C. . . .	19

	pag.		pag.		pag.
Rinaldi C.	19	Sacerdote Adolfo . . .	60	Segre U.	61
Rinaldi R.	19	Sacerdote Adolfo . . .	112	Selvatichi A.	31
Rispoli F. P.	79	Sacerdote Eugenio . . .	99	Selve F.	112
Rizzoli G.	19	Sacerdote S.	60	Semenza G.	61
Rizzoli L. (j)	19	Sacuto G.	31	Semenza M.	61
Robbo G.	31	Saggese A.	79	Serralunga E.	61
Rocca A.	112	Saldini C.	60	Sertorio D.	31
Rocchini S.	59	Saldini G.	60	Sgobbo F. P.	79
Rodocanachi D. . . .	31	Salmoiraghi A.	60	Sharp H.	61
Roero di Monticello	110	Salvadori R.	99	Sica M.	99
Romagnoli M.	25	Salvotti U.	112	Silva A.	20
Roncaldier A.	59	Sannia E.	79	Silva S.	85
Ronco N.	31	Santangelo G. B. . . .	89	Silva T.	61
Roselli G.	98	Santacroce L.	99	Silvano E.	116
Rosnati P.	59	Santapaola G.	25	Silvestri G.	20
Russelli A.	35	Santapaola M.	25	Simoncini F.	51
Rosseili E.	35	Santarelli G.	99	Simoncini Francesco	89
Rossi Attilio	85	Santerini O.	60	Sismondo O.	99
Rossi A.	59	Santoro A. di F. . . .	79	Simonotti O.	61
Rossi C.	59	Santovito S.	79	Sioli Legnani S. . . .	61
Rossi E.	59	Sarli C.	99	Sipari E.	99
Rossi F.	59	Sartori Giuseppe . . .	60	Siracusa C.	79
Rossi G.	31	Sartori Guido	60	Sirtoli Augusto	61
Rossi G. A.	112	Savini O.	99	Sodano C.	61
Rossi Giacomo	59	Savino A.	79	Solari A.	20
Rossi Giuseppe	59	Scalvini C.	79	Solari L.	99
Rossi Luigi	59	Scaramuzza G.	112	Soldati V.	113
Rossi R.	85	Schanzer R.	99	Soleri E.	113
Rostain A.	99	Scarlato G.	82	Somaini F.	61
Rostain G.	112	Scarpa O.	79	Somaini G.	20
Rotta G.	112	Scarzanella G. B. . . .	60	Soncini G.	61
Roullier C.	59	Scherbel L.	99	Sonnino M. di G. . . .	79
Ruberl E.	59	Schmidt E.	31	Soragni T.	61
Rubini A.	59	Schmidt G.	60	Sordelli E.	61
Ruffo A.	99	Schiesari B.	85	Sospizio E.	62
Ruffolo E.	82	Schultz G.	112	Sossich A.	62
Ruffolo F.	79	Scolopis V.	112	Sozzi O.	82
Rumi Sereno A. . . .	31	Scoppola T. V.	60	Spadavecchia G. . . .	99
Russi U.	60	Scotti A.	60	Spatocco G.	52
Russo F.	79	Scotto di Fasano S. . .	25	Spinelli F.	62
Sacchi E.	60	Seassaro E.	60	Squassi F.	99
Sacco G. F.	112	Segrè G.	35	Stabilini M.	62
Sacco L.	112	Segre S.	60	Stagni R.	20

	pag.		pag.		pag.
Stampa O.	62	Troja O.	80	Vicentini G.	86
Statibile A.	62	Trona V.	63	Viglia E.	64
Steiner O.	62	Trossarelli O.	113	Vigo F.	80
Stigler A.	62	Turazza G.	85	Villa G.	64
Stracciati E.	99	Ubaldi G. B.	100	Villavecchia V.	100
Straneo P.	113	Ubaldi M.	63	Vinca A.	114
Stucchi Prinetti L.	62	Urban H.	63	Virgili Enea	100
Sucky G. C.	100	Urtis C.	113	Visconti E.	35
Sturani E.	62	Utili G.	80	Vismara A.	64
Taccani A.	62	Vaccari P.	63	Vismara E.	25
Tajani A.	79	Vagliasindi P.	25	Vita G.	100
Tallero E.	62	Valabrega R.	113	Vitale M.	64
Tallero U.	62	Valentini E.	63	Vitali V.	80
Tanturri G.	79	Valentini L.	63	Vittorelli V.	86
Taranta G.	62	Valentini V.	80	Vittorio F.	25
Tarlarini C.	62	Vallardi A.	63	Vivarelli A.	35
Tartaglione Mario	80	Vallauri G.	80	Vivarelli V.	35
Taverna C.	100	Vallauri R.	80	Volpato Enrico	80
Tedeschi E.	62	Valle R.	31	Voltattorni M.	100
Tedeschi V.	113	Valery N.	80	Volterra V.	100
Tenerelli V.	25	Vallisneri R.	113	Voltolina F.	86
Tessari A.	63	Vanni G.	100	Weil E.	64
Thovez E.	113	Vannotti E.	63	Weinberger R.	64
Tofani G.	113	Vanzi E.	114	Wichmann J.	100
Tollis G.	80	Vanzi I.	80	Zanaboni P.	64
Tolusso G.	63	Varini A.	100	Zanardo G. B.	100
Tomasini F.	89	Vasconi I. R.	63	Zanetti F.	20
Tomasicchio	63	Venchi L.	114	Zani P. A.	64
Tonni Bazza V.	100	Venditelli L.	80	Zannoni V.	64
Tonkowite F.	25	Venzaghi A.	63	Zappa G.	64
Torchio F.	63	Venzaghi G.	63	Zappaà A. G.	25
Torrigiani P.	113	Vercellin U.	114	Zecchettini A.	86
Tortina G.	25	Verner C.	89	Zeni T.	80
Tosi A.	113	Verole P.	100	Zerbi A.	64
Trama G.	82	Veronese G.	85	Zerboglio G. P.	114
Trasciatti A.	113	Vespignani G.	35	Zorzoli M.	64
Tremontani V.	63	Vial F. F.	64	Zublena G.	114
Treves A.	113	Vianelli T.	86	Zuletti L.	64
Treves de' Bonfili	85	Vianello P.	86	Zunini L.	64
Treves V.	113	Viani M.	35	Zurhaleg G.	86
Tricomi B.	25				

SOCI COLLETTIVI.

	pag.		pag.
«A. E. G. Thomson Houston» Soc. Ital. Elettr.	65	Ditta Siemens e Halske	114
Agenzia di Torino delle Assic. Gen. «Venezia»	114	Ditta Vagliasindi Patanè Fran- cesco	26
Assoc. fra Esercenti Imprese Elettriche	65	Ente Autonomo «Volturmo»	81
Assoc. Tramviaria Italiana	65	Galimberti G. B. e Figli - Tess. Lino	65
Azienda autonoma elettrica Mu- nicipale di Vercelli	114	G. De' Rossi e C. Società Me- ridionale Ind. Elettr.	81
Azienda Elettrica Municipale di Milano	65	Hartmann e Braun A. G.	65
Azienda Elettrica Municipale di Torino	114	Hensemberger Giov., industr.	65
Bianchi, Muggiani e Suter- meister	65	Impianto Elettr. Municipalizz. Com. di Cremona	65
Comune di Bologna	20	Ing. Camuzzi Carlo e C.	66
Aziende Elettriche Municipali di Modena	20	Ing. A. Riva e C., Costruttori meccanici	65
Cotonificio di Trobaso	65	Ing. Mariotti, Montanari e C.	66
Crespi comm. Cristoforo Beni- gno	65	Ing. Nicola Romeo e C.	66
Dalmedico e C. procuratori Soc. Elettr. Dinamica	81	Istituto Sperim. Ferrovie del- lo Stato	101
Deputazione Provinciale di Bo- logna	20	«L'Agognetta» Soc. An. per In- dustrie Elettr.	65
Ditta Alessandro Calzoni	20	Linificio e Canapificio Nazion.	66
Ditta Alimonda e Burgo	32	Magazzino Richard Ginori	20
Ditta Basola e Norzi	114	Manif. Festi Rasini, Filatura di cotone	66
Ditta C. G. S., Soc. Anonima per Istr. Elettr. già Olivet- ti e C.	65	Marelli Ercole e C.	66
Ditta Fratelli Di Mauro	26	Ministero Agric. Ind. e Comm.	101
Ditta Fratelli Himmelsbach	101	Ministero dei Lavori Pubblici	101
Ditta Ingg. Biacchi e Roma- gnoli	20	Ministero della Marina	101
Ditta Ingg. Ramponi e Maz- zanti	20	Ministero Poste e Telegrafi	101
Ditta Salvatore Patanè e Figlio	26	Monitore Tec. (II) Periodico Tecn.	66
		Municipio di Padova	86
		Municipio di Roma	101

	pag.		pag.
Municipio di Torino	114	Soc. An. Fabbri. Calce e Cementi Casale Monferrato . .	115
Offic. Comunale Gas ed Energia Elettrica di Como	66	Società Anon. Forniture Elettr. . .	67
Officina Elettrica Comun. di Parma	21	Società Anonima «Les Tramways de Bologne»	21
Officine Elettr. dell'Isonzo . . .	66	Società Anonima Industrie Elettriche in Sicilia	26
Officine Elettromeccaniche di Rivarolo Ligure	32	Soc. An. Ital. Isolatori Folemb-ray	67
Officine Elettriche Genovesi . .	32	Soc. An. Ing. V. Tedeschi e C., Cavi elettr.	115
Officine Elettromecc. Livornesi .	36	Società Anonima «Orobica» . . .	69
Officine G. Galatti	66	Società Anon. per Conduitt. Elettrici Isolati e Prodotti Affini Livorno	36
Officine Metallurgiche Togni Brescia	66	Soc. An. per le forze idr., Trezzo s. Adda «Benigno Crespi» .	68
Officine Metallurgiche Togni filiale di Roma	101	Soc. Anon. per Imprese Elettr. Conti	66
Officine Reggiane	21	Società Anonima Livornese «L'Elettric»	36
Pirelli e C.	66	Soc. An. Strade Ferr. Second. Merid.	81
Poma F.lli fu Pietro - Coton. .	114	Società Bolognese di Elettricità	21
R. Scuola d'Applicaz. per gli Ingegneri Padova	86	Società Catanese di Elettricità .	26
R. Circolo Ferrov. di Torino .	115	Società Ceramica Richard-Ginori Milano	67
Scuola Naz. Industr. A. Rossi .	67	Società degli Ingegneri ed Architetti di Catania	26
Servizio Centrale della Trazione e del Materiale Elettr. delle Ferr. dello Stato	101	Società des Tramways et Eclairage Electriques à Catane .	26
Soc. Acquedott. De Ferrari-Galliera	32	Soc. Dinamite Nobel Avigliana .	115
Società Adriatica di Elettricità di Padova	86	Società d'Incoraggiamento Padova	86
Società Anglo-Romana per illuminazione	101	Soc. d'Incoraggiamento Arti e Mestieri	67
Società Anonima Brown-Boveri e C.	66	Soc. di Monteponi - Colt. Miniere Torino	115
Società Anonima di Costruzioni Elettriche e Meccaniche, già Turrinelli e C.	66	Società Elettrica Bresciana . .	67
Soc. Anon. delle Ferrovie del Vomero	81	Società Elettrica Comense «A. Volta»	67
Società Anon. dei Tramways di Livorno	36		
Società Anon. Elettricità Alta Italia, Torino	115		

	pag.		pag.
Società Elettr. della Campania	81	Soc. Lomb. per Distrib. di E- nergie Elettr.	68
Società Elettrica della Sicilia Orientale	26	Soc. Martesana per distrib. E- nerg. Elettr.	68
Società Elettr. Mezzogiorno di Italia	81	Società Meridionale di Elettr.	81
Soc. Elettrica Ossolana	69	Società Metallurgica Italiana di Livorno	36
Soc. Forze Idrauliche del Mon- cenisio	115	Società Napoletana Imprese E- lettriche	81
Soc. Gen. Elett. dell'Adamello G. E. A.	67	Soc. Naz. delle Offic. di Savi- gliano	115
Società Generale d'Illuminaz. di Napoli	81	Società Nazion. di Ferrovie e Tramvie Roma	102
Soc. Gen. Italiana Edison di E- lett.	67	Soc. Pavese di Elettricità A. Volta	68
Società Industr. Elettro-chimi- ca di Pont St. Martin	68	Società per Applic. di Energia Elettrica	81
Società Idroelettrica Italiana .	67	Società per Impianti Elettrici e Meccanici Catania	26
Società Idroelettrica Ligure .	67	Società per le Forze Motrici dell'Anza	68
Soc. Italiana dei Cementi e del- le Calci idrauliche — Società Riunite: Società Italiana e Fratelli Pesenti fu Antonio .	67	Soc. per lo sviluppo delle Imp. Elett. in Italia	69
Società Italiana dei Forni Elet- trici	101	Società Romana Tramways- Omniibus	102
Soc. Ital. di Elettr. Siemens- Schuckert	68	Società Sicula Imprese Elettr. .	90
Società Italiana di Elettrochim.	101	Società Tramways Napoletani	81
Soc. Ital. Ernesto De Angeli per l'ind. dei tess. stampati	68	Soc. Tramvie di Capodimonte	81
Soc. Ital. «Ganz» di Elettr. . .	68	Soc. Varesina per Imprese E- lettriche	67
Società Ital. già Lizar e C. di Siry Chamon e Comp. . . .	68	Tecnomasio Italiano Brown- Boveri	69
Società Italiana Langen e Wolf	68	Tramvie Elettriche della Spezia	69
Società Italiana Oerlikon . . .	68	Tosi Franco	69
Società Italiana pel Carburato di Calcio, Acetilene ed altri Gas	102	Ufficio Tecnico Comunale di Livorno	36
Società Italiana Westinghouse	32	Unione Esercizi Elettrici . . .	69
Società «La Galatea»	26	Unione Italiana Tramways E- lettrici di Genova	32
Soc. Ligure Toscana di Elettr. Livorno	36	Unione Telefonica Lombarda .	69

ELENCO DEI SOCI

SEZIONE DI BOLOGNA

CONSIGLIO DIRETTIVO.

Presidente . . .)
Vice-Presidente) da eleggersi.
Segretario . . .)
Cassiere: GASPARINI Ing. Cav. CLETO
Consiglieri: CALZONI Ing. ADOLFO ; NOVI Ing. Cav. MICHELANGELO ;
 MANTEGAZZINI Ing. GIOVANNI ; CESARI Ing. ETTORE.
Consigliere presso il Consiglio Generale: RAFFI Ing. PASQUALE.

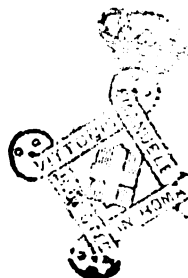
SOCI INDIVIDUALI

AMADUZZI Prof. Lavoro (1900) Via Irnerio	BOLOGNA	Istituto Fisico della R. Università, Bologna
BALZANI Ing. Corrado (1910) Viale Carducci, 10	BOLOGNA	Ing. del Genio Civile, Bologna
BARATTINI Ing. Cav. Alberto (1901) Via S. Stefano, 10	BOLOGNA	Ingegnere
BARTOLINI Ing. Cav. Federigo (1910) Genio Civile	GROSSETO	Ingegnere Genio Civile
BIANCHI Ing. Ezio (1910) Viale Aldini, 92	BOLOGNA	Ingegnere nelle Ferrovie dello Stato
BORIANI Ing. Cav. Francesco (1900) Via Saragozza, 214-216	BOLOGNA	Ing. Capo dell'Ufficio di Edilità ed Arte
BRUNELLI Ing. Guido (1906) Piazza Calderini, 4	BOLOGNA	Ingegnere

BRUSCHI Dott. Raffaele (1910) Via Irnerio	BOLOGNA	Assistente nel R. Istituto Fisico dell'Università
CALZONI Ing. Adolfo (1900) Viale Aldini, 96	BOLOGNA	Ing. Ditta Calzoni
CAVENAZZI Ing. Prof. Cav. Uff. Silvio (1900) Via Farini, 6	BOLOGNA	Ing. Prof. Direttore R. Scuola Ingegneri.
CAVALIERI DUCATI Ing. Cav. Ant. (1900) Via de' Poeti, 4	BOLOGNA	Ingegnere
CESARI Ing. Ettore (1910) Via Indipendenza, 69	BOLOGNA	Ingegnere
CESARO Ing. Angelo (1910) Via d'Azeglio, 38	BOLOGNA	Ingegnere nelle Ferrovie dello Stato
CHIARINI Prof. Vittorio (1910) R. Scuola Tecnica « P. Frisi » Via Solferino	MILANO	Direttore R. Sc. Tec. Milano.
DALLA NOCE Ing. Antonio (1900) Via Indipendenza, 17	BOLOGNA	Ingegnere
DELFANTI Ing. Emanuele (1910) Via dei Mille, 19	BOLOGNA	Ing. Uff. Dirett. Bologna-Firenze
DONATI Ing. Alfredo (1900) Via Saragozza, 148	BOLOGNA	Ispett. Principale delle Ferrovie dello Stato
DONATI Dott. Prof. Cav. Uff. Luigi (1900) Via Saragozza, 214-216	BOLOGNA	Prof. di Fisica tecnica ed Elettrotecnica R. Scuola Ingegneri
FANELLI Ing. Pietro (1904) Via Cavaliere, 7	BOLOGNA	Ingegnere
FAROLFI Ing. Aldo (1903) Via Sant'Isaia, 39	BOLOGNA	Ingegnere
FERRERO Ing. Camillo (1910) Via d'Azeglio, 38	BOLOGNA	Ing. nelle Ferrovie dello Stato, Bologna
FRANCHI Ing. Giorgio (1910) Via Mazzini, 49	BOLOGNA	Ingegnere
GAIANI Ing. Augusto (1908) Via Toscana, 14	BOLOGNA	Ingegnere

GANDOLFI Prof. Archimede (1910) Via S. Petronio Vecchio, 25 BOLOGNA	Prof. della R. Sc. Normale « Laura Bassi »
GASPARINI Ing. Cav. Cleto (1910) Via Castiglione, 30 BOLOGNA	Ingegnere
GINI Ing. Aldo (1910) Piazza Galileo, 4 BOLOGNA	Ingegnere
GOSTOLI Ing. Durante (1910) Piazza Pace, 39 FERRARA	Ingegnere
GREPPI Ing. Cav. Luigi (1900) Piazza Cavour, 7 FIRENZE	Capo Div. Ferrovie dello Stato
JACOBINI Ing. Oreste (1910) Via dei Mille 18 BOLOGNA	Isp. princ. delle Ferr. dello Stato Uff. Dir. Bologna-Firenze
JONA Ing. Mario (1904) Officine Costruzioni d'Artiglieria PIACENZA	Ing. Capo tecnico d'artiglier.
KITT Ing. Gaspare (1900) Via Indipendenza, 69 BOLOGNA	Ing. Soc. Bolognese di Elett.
LONGO Ing. Bartolo (1910) Via d'Azeglio, 38 BOLOGNA	Ingegnere nelle Ferrovie dello Stato
MACCAFERRI Ing. Umberto (1910) Direz. Comp. Ferr. Stato (Riparto Tecnico) VENEZIA	Ingegnere Ispett. Ferrov. dello Stato
MAGRINI Dott. Silvio (1904) Via Carducci, 19 BOLOGNA	Dottore in Fisica assistente alla Università di Bologna
MANTEGAZZINI Ing. Giovanni (1910) Via Saragozza, 218 BOLOGNA	Ingegnere
MASETTI ZANNINI Ing. Antonio (1900) Via Nosadella, 45 BOLOGNA	Ingegnere
MONETTI Ing. Giovanni (1910) Via S. Stefano, 11 BOLOGNA	Ingegnere

MORINI Prof. Cav. Fausto (1910) Via Irnerio, 42	BOLOGNA	Prof. R. Università
NOVI Ing. Michelangelo (1903) Via D'Azeglio, 16	BOLOGNA	Ing. Ispett. Capo Ferrovie dello Stato
PALAGI Ing. Torquato (1910) Via Barberia, 6	BOLOGNA	Ing. del Genio Civile
PANCALDI Augusto (1904) Via Cesare Boldrini, 6	BOLOGNA	Industriale
PERETTI Ing. Manfredo (1901) Via Lodovico Settala, 1	MILANO	Ing. Soc. Ital. Lahmeyer
PREMOLI Ing. Eugenio (1910) Via Zamboni, 32	BOLOGNA	Ingegnere
PUPPINI Ing. Umberto (1910) Via Imperiale, 2	BOLOGNA	Assistente R. Sc. Appl. Ing.
RAFFI Ing. Pasquale (1901) Fontanelle Borghese, 35	ROMA	Ing. Direttore della Cartiera
RIGHI Ing. Aldo (1910) Via Irnerio	BOLOGNA	Ingegnere nelle Ferrovie dello Stato
RIMINI Ing. Cesare (1910) Via Barberia, 10	BOLOGNA	Ing. elettricista
RINALDI Ing. Confucio (1910) SOC. ELETTR. ALTO PIEMONTE (Cuneo)	BORGO S. DALMAZO	Ingegnere nelle Ferrovie dello Stato
RINALDI Ing. Comm. Rinaldo (1903) Vice Dirett. Generale Ferrovie di Stato	ROMA	Ing. Capo Servizio Manutenzione Ferrovie dello Stato
RIZZOLI Ing. Gustavo (1904) Genio Civile	BOLOGNA	Ing. del R. Corpo del Genio Civile
RIZZOLI Ing. Luigi (juniore) (1900) Via S. Stefano, 130	BOLOGNA	Ingegnere



SILVA Ing. Cav. Angelo (1897) Strada Macedonio Melloni, 12	PARMA	Dirett. dell'Off. Elettr. Comunale di Parma
SILVESTRI Ing. Giovanni (1910) Via Cimarie, 2	BOLOGNA	Ingegnere
SOLARI Cav. Dott. Antonio Via Marsala, 16	BOLOGNA	Medico Chirurgo
SOMAINI Ing. Giacomo R. Scuola Appl. Ingegneri	BOLOGNA	Assistente R. Sc. Appl. Ing.
STAGNI Ing. Raffaele Via Aurelio Saffi, 35	BOLOGNA	Ingegnere
ZANETTI Ing. Filippo Via d'Azeglio, 38	BOLOGNA	Ingegnere nelle Ferrovie dello Stato

SOCI COLLETTIVI

Comune di	BOLOGNA (1909)
Aziende Elettriche Municipalizzate di	MODENA (1909)
Deputazione Provinciale di	BOLOGNA
Ditta Ingg. Biacchi e Romagnoli Via Ugo Bassi	BOLOGNA
Ditta Ingg. Ramponi e Mazzanti Via Imperiale, 10	BOLOGNA
Ditta Alessandro Calzoni (Officina) Officine Via Pietramellara, 29	BOLOGNA
Magazzino Richard Ginori Via Rizzoli	BOLOGNA

Officina Elettrica Comunale (1906)
Strada Macedonio Melloni, 12
PARMA

Officine Reggiane
Via Ferrarese
BOLOGNA

Società Anonima « Les Tramways de Bo-
logne » (1904)
Fuori Porta Galliera
BOLOGNA

Società Bolognese di Elettricità (1902)
Via Indipendenza, 69
BOLOGNA

SEZIONE DI CATANIA

Via S. Euplio, 56

CONSIGLIO DIRETTIVO

Presidente: FUSCO Ing. Cav. FRANCESCO
Vice-Presidente: BOGGIOLERA Prof. ENRICO
Segretario: BATTAGLIA Ing. MARIO
Cassiere: CANZONERI Ing. DOMENICO
Consiglieri: D'AMICO Ing. Prof. GIUSEPPE; TONKOWITC Ing. FRANCE-
 SCO; FICHERA Ing. G. BATTISTA; CALACIURI Ing. Prof. VINCENZO.
Consiglieri Delegati al Consiglio Generale: TRICOMI Ing. BONAVENTURA; CARNAZZA On. AVV. GABRIELLO

SOCI INDIVIDUALI.

ACANFORA Ing. Antonino presso la S. E. S. O. Piazza A. Coppola CATANIA	Ing. della Soc. Elettrica Sicilia Orientale
ACTON EDUARDO (1911) presso la Soc. Catanese di Elettricità - Cabina Primaria Via Tempio CATANIA	Capo Officina della Società Catanese di Elettricità
ARENA Ing. Agatino Via Umberto I, 50 CATANIA	Consigliere Delegato della Società Impianti Elettrici e Meccanici
ATTANASIO Ugo Piazza Coppola, 1 CATANIA	Capd Ufficio Linee della S. E. S. O.
BATTAGLIA Ing. Mario Via Zurria, 55 CATANIA	Ingegnere della S. E. S. O.
BIRELLI Ing. Gregorio Via Grotte Bianche Palazzo Consoli CATANIA	Ingegnere del Genio Civile
BOGGIOLERA Prof. Enrico Via Daniele CATANIA	Professore di Fisica nel R. Istituto Tecnico di Catania
BOLIS Ing. Pietro presso la Soc. A. E. G. Th. H. Piazza Stesicoro CATANIA	Ingegnere della Società A. E. G. Thomson Houston
BRAVETTI Ing. Ezio Viale Regina Margherita, 24 CATANIA	Ingegnere Capo dei Servizi Tecnici della Società Elettrica della Sicilia Orientale

CANZONERI Ing. Domenico Via Aloi, 54	CATANIA	Dirigente l'Agenzia di Catania della S. E. S. O.
CARNAZZA On. Avv. Gabriello Via Etnea, 221	CATANIA	Consigliere Delegato della Soc. Galatea, Tramways Acireale Catania
CARPINTERI Paolo Maggiore del Genio	MESSINA	Maggiore Comandante il distaccamento I Genio, Messina
CARTISANO Matteo	VIAGRANDE	Gerente per i paesi del Bosco Etneo della Società Catanese di Eletticità
CIGNO Ing. Domenico Viale XX Settembre - Villa Cigno	CATANIA	Ingegnere Procuratore della Società Impianti Elettrici e Meccanici.
CALACIURI Ing. Prof. Vincenzo Via Zappalà, 170	CATANIA	Professore di Fisica nel R. Istituto Tecnico di Acireale, libero esercente
CRISTOFORIS Ing. Giuseppe presso Società Riunite di Eletticità	REGGIO CALABRIA	Ingegnere Vice-direttore delle Società Riunite di Eletticità di Reggio Calabria.
CUOCO Ing. Guido Via Museo Biscari, 10	CATANIA	Rappresentante della Soc. Anonima Westinghouse
D'AMICO Ing. Prof. Giuseppe	CATANIA	Presidente della Soc. degli Ingegneri e Architetti di Catania
DE LUCA Ing. Luigi Via Umberto I, 50	CATANIA	Ingegnere del Tecnomasio Italiano Brown Boveri, Ufficio di Catania
DISPENZA Ing. Rosario R. Scuola Industr. « Verona-Trento »	MESSINA	Vice-direttore presso la R. Scuola Industriale Verona-Trento, Messina
DONATELLI Cav. Ugo Piazza dei Martiri, 22	CATANIA	Industriale, Titolare della Ditta Franck e Donatelli.
FICHERA Ing. G. Battista Via Mulino a vento, 56	CATANIA	Dirigente la Stazione Elettrotecnica Siciliana
FISCHETTI Ing. Ercole Via Francesco Crispi, 33	CATANIA	Ingegnere, Direttore della Società Elettromeccanica di Costruzioni
FORLIVESI Ing. Chiliano Piazza Duca di Genova	CATANIA	Ingegnere Consulente

FRASSETTO Ing. Numa Pompilio Viale XX Settembre	CATANIA	Ingegnere
FUSCO Ing. Cav. Francesco Via Etnea, 310	CATANIA	Direttore della S. E. S. O. e della Società Catanese di E- lettricità
GAGLIARDO Avv. Luigi Via Etnea, 690	CATANIA	Della Società Catanese di Elettricità
GHISI Ing. Icilio Via Lincoln, 92	CATANIA	Vice direttore della Soc. Cir- cum-Etnea
GRIMALDI Prof. Comm. G. Battista Via Androne, 25	CATANIA	Professore R. Università
INTERDONATO Ing. Pietro	MESSINA	Ingegnere Consulente
LATTES Ing. Riccardo	SIRACUSA	Dirigente l'Agenzia di Sira- cusa della S. E. S. O.
MADDEM Ing. Prof. Giovanni Via Lincoln, 14	CATANIA	Gerente della Soc. Elettro- meccanica Maddem e C.
MAIORANA Ing. Fabio Via Etnea, 251	CATANIA	Direttore dell'Agenzia di Ca- tania dei Telefoni dello Sta- to
MARANO CONSOLI Comm. Nunzio Via Etnea, 561	CATANIA	Consigliere della Soc. Cata- nese di Elettricità
MONTEVERDE Ing. Aurelio Via Cava, 1	CATANIA	Dirett. della Soc. Tramways Eclairage Electriques à Ca- tane
MOROSOLI Augusto Via Biondi, 16	CATANIA	Industriale
PATANE' Ing. Giuseppe Via S. Giuseppe al Duomo Casa Fazio	CATANIA	Ingegnere della Società Ca- tanese di Elettricità
PATERNO' Castello di Carcaci Ing. Ernesto Piazza S. Maria di Gesù	CATANIA	Direttore della Soc. des Chemins de Fer Electriques de Catane.

PREVITERA Ing. Antonino Piazza Umberto I, 174	CATANIA	Ingegnere Consulente
RAPISARDI Ing. Bartolomeo Via Zappalà, 35	CATANIA	Ingegnere del Genio Civile
RAPISARDI Ing. Francesco Via Lincoln, 85	CATANIA	Ingegnere della S. E. S. O.
ROMAGNOLI Ing. Mauro Officina Elettrica	MESSINA	Dirigente l'Agenzia di Messina della S. E. S. O.
SANTAPAOLA Giovanni Via Ventimiglia, 142	CATANIA	Agente generale per la Sicilia della Ditta Ing. Giampiero Clerici e C.
SANTAPAOLA Ing. Cav. Matteo Via Ventimiglia, 142	CATANIA	Ingegnere Consulente
SCOTTO di Fasano Salvatore (1911) Officina Elettrica	GRAMMICHELE	Capo Officina della Centrale Elettrica di Grammichele
TENERELLI Ing. Vincenzo Via Garibaldi, 57	CATANIA	Titolare della Ditta Tenerelli e Patanè.
TONKOWITE Ing. Francesco Presso la Soc. A. E. G. Th. H. Piazza Stesicorea	CATANIA	Procuratore della Soc. A. E. C. Thomson Houston, Ufficio di Catania
TORTINA Giuseppe Quattro Canti	PALERMO	Industriale
TRICOMI Ing. Bonaventura presso A. E. G. Tomson Houston Società Elettrica Sicilia Orientale	CATANIA	Ingegnere
VAGLIASINDI Ing. Carmelo Soc. Elettrica Sicilia Orientale	CATANIA	Ing. della A. E. G. Tomson Houston
VISMARA Ing. Emirico Viale XX Settembre	CATANIA	Consigliere Delegato della S. E. S. O. e della Soc. Tirrena di Elettricità
VITTORIO Francesco Via Buccheri, 5	CATANIA	Elettrotecnico della S. E. S. O.
ZAPPALÀ Asmundo Barone Giuseppe Via Etnea	CATANIA	Presidente della Soc. Catanese di Elettricità

SOCI COLLETTIVI

Ditta FRATELLI DI MAURO

GIARRE

Ditta SALVATORE PATANÈ e Figlio

Piazza Esposizione

CATANIA

Ditta VAGLIASINDI PATANÈ Francesco (1911)

RANDAZZO

Esercente della distribuzione
Energia Elettrica, RandazzoSocietà Anonima Industrie Elettriche
in Sicilia

TAORMINA

Società Catanese di Elettricità

Piazza Coppola

CATANIA

Società Ingegneri ed Architetti

Via S. Euplio, 54

CATANIA

Società Elettrica della Sicilia Orientale

Piazza Coppola

CATANIA

Société des Tramways et Eclairage Elec-
triques à Catane

CATANIA

Società per Impianti Elettrici e Meccanici

Via Umberto I, 50

CATANIA

Società « La Galatea »

Via Aloj

CATANIA

SEZIONE DI GENOVA

Via Interiano, 3-6

CONSIGLIO DIRETTIVO

Presidente: RUMI Prof. Ing. SERENO A.
Vice-presidente: RONCO Prof. Ing. G. U. NINO
Segretario: ANFOSSI Ing. GIOVANNI
Cassiere: CAPPELLINI Cav. VITTORIO
Consiglieri: GARIBALDI Prof. Ing. CESARE; DOSSMANN Ing. Cav. GU-
 STAVO; PIAGGIO Ing. Cav. CARLO; GALLIANO Ing. Cav. SALVATORE.
Consiglieri delegati alla Sede Centrale: PUGLIESE Ing. AUGUSTO;
 KÖNIGSHEIM Ing. SIGISMONDO.

SOCI INDIVIDUALI.

AMMIRATO Ing. Giuseppe (1898) Piazza S. Luca, 7	GENOVA	Ing. Dirett. Società Ligure di Elettricità
ANFOSSI Ing. Giovanni (1900) Corso Andrea Podestà, 12	GENOVA	Ing. Capo Servizio Elettrico Acquedotto Galliera
ANNOVAZZI Ing. Piero (1905) Via XX Settembre, 14	GENOVA	Ing. Amm. della Società Elet- trica Pugliese
APPELIUS Ing. Carlo (1897) Via del Campo	GENOVA	Dirett. Società O. E. G.
AUDISIO Ing. Gino (1900) (Riviera di Ponente)	COGOLETO	Ing. Soc. Fonderie in ghisa e costruzioni meccaniche
AZZINI Ing. Amato (1910) Via Borgognissanti, 12	FIRENZE	Ing. Proc. A. E. G. Thomson Houston
BIGIO Cav. Uff. Antonio (1897) Via Balbi, 2	GENOVA	Presidente Società Acquedotto Galliera
BOCCARDO Ing. Eduardo (1897) Via Celesia	RIVAROLO LIGURE	Ingegnere
BOCCIARDO Ing. Arturo (1903) Via Balbi, 4	GENOVA	Ing. Amm. della Società S. Giorgio

BONANNI Ing. Cornelio (1899) Via Innocenzo Frugoni 15-10 GENOVA	Ingegnere
BORDONI Ing. Pompeo (1909) Dirett. Soc. Elettr. Val Bormida (Savona) ALTARE	Dirett. Soc. Elettrica Industr. «Val Bormida»
BOREA Attilio (1910) Vico Durazzo, 4 GENOVA	Elettrotecnico imprenditore
BRIZIO Luigi (1906) Via Pisacane, 1-3 GENOVA	Elettrotecnico
BRUNO Ing. Giovanni (1909) presso Soc. O. E. G. Via del Campo GENOVA	Ing. Soc. O. E. G.
BRUZZO Ing. Maurizio (1899) Via Raggio, 4 GENOVA	Ingegnere
BUFFA Ing. Mario (1899) Via Cavour, 12 CARRARA	Ing. Dir. Soc. Elett. Apuana
CAMPOS Ing. Aldo (1910) Via S. Lorenzo, 21-7 GENOVA	Ingegnere
CAPPELLINI Cav. Vittorio (1897) Via Balbi, 2 GENOVA	Ispett. Serv. Elettrico Società Acquedotto Galliera
CATTANEO Ing. March. Gioacchino (1898) Via Assarotti, 5-1 GENOVA	Ingegnere
CELLE Ing. Cav. Giuseppe (1900) Via Galata, 26 GENOVA	Ingegnere
CHIAPPORI Domenico (1912) Corso Torino, 43 - 19 GENOVA	Ispettore Ufficio Misure della Società O. E. G.
CUNEO Prof. Nicolò (1898) Dirett. Acquedotto RAPALLO	Prof. Dirett. Acquedotto
DOSSMANN Ing. Cav. Gustavo (1897) Via Enrico Zella, 5 GENOVA	Proprietario Officine Elettri- che di Pegli
ERBSLÖH Ing. Paolo (1905) Via S. Nazaro, 7 GENOVA	Ingegnere

FINOCCHIETTI Ing. Ettore (1899) Via Serretto, 1 (Genova) S. MARTINO D'ALBARO	Ing. Dirett. dell'Esercizio della Società Acquedotto Galliera
FONSECA Ing. Henry (1903) Via XX Settembre, 29 GENOVA	Ingegnere
GALLIANO Ing. Cav. Salvatore (1897) Scalinata Lercari, 4-6 GENOVA	Ing. Municipio di Genova
GARIBALDI Ing. Prof. Cesare (1898) R. Scuola Super. Navale GENOVA	Ingegnere, professore
GASPARINI Ing. Leone (1909) PORTO MAURIZIO	Ing. Dir. della Soc. Elettr. Riviera di Ponente
GINATTA Ing. Cristoforo (1910) Società Elettrica Riviera di Ponente SAVONA	Ingegnere
GIOVANNONI Ing. Ernesto (1909) Salita S. Matteo, 19-2 GENOVA	Ingegnere
GIPPINI Ernesto (1898) Via Cesare Cabella, 29 GENOVA	Cap. Dirett. Officina Galvanica presso la Scuola Arti e Mestieri
GISMONDI Ing. Federico (1905) Via Orefici, 9 GENOVA	Ing. Soc. Generale Ital. di Accumulatori elettrici
HESS Ing. Z. (1909) Fossato S. Nicolo, 1-2 GENOVA	Ing. Soc. O. E. G.
KÖNIGSHEIM Sigmund (1904) Via del Campo GENOVA	Direttore delle O. E. G.
LEVI Ing. Giuseppe (1909) Via Caffaro, 5 GENOVA	Ingegnere
LOCARNI Ing. Vittorio (1905) CORNIGLIANO LIGURE	Ing. Dirett. Stabl. Elettrot. Ansaldo, Armstrong e C.
MAFFEZZINI Ing. Cav. Uff. Amatore (1910) Palazzo della R. Dogana GENOVA	Ingegnere Capo Genio Civile

MAFFEI Ing. Mario (1910) Via Corsica, 1-7	GENOVA	Ing. Soc. A. E. G. Thomson Houston
MANZI David (1906) Via S. Luca, 5	GENOVA	Industriale
MARTINI Ing. Umberto E. (1912) SOCIETÀ FORZE IDRAULICHE della MAIRA CUNEO		Ingegnere
MASSA Giuseppe (1897) Illum. Elettr. Municipio	GENOVA	Ispett. Illumin. Elettrica del Municipio
MINGARELLI Augusto presso Società O. E. G. Via del Campo	GENOVA	Ing. Soc. O. E. G.
MOLINARI Cav. Pietro (1898) Via Caffaro, 31-10	GENOVA	Macchinista navale
MOLTINI Pietro (1901) Salita S. Maria di Castello, 1	GENOVA	Costruttore elettrotecnico
NORBUNIO Oreste (1908) Piazza Maddalena, 6-3	GENOVA	Assistente presso la Società O. E. G.
OMODEI Dott. Prof. Cav. Uff. Dom. (1897) Vico S. Luca, 2-8	GENOVA	Dottore, professore
PELLERANO Ing. Pietro (1912) Via XX Settembre, 12-4	GENOVA	Proc. A. E. G. Thomson Houston (Sede di Genova).
PERNIGOTTI Ing. Giacomo (1911) Salita S. Caterina, 6	GENOVA	Ingegnere
PIAGGIO Ing. Carlo (1897) Piazza Principe, 37-4	GENOVA	Ing. Amministr. Soc. Eserc. Bacini
PONTECORVO Ing. Lello (1909) VADO LIGURE		Ingegnere, Direttore Società Italiana Westinghouse
POZZO Attilio (1902) Via XX Settembre, 3	GENOVA	Industriale
PROFUMO Ing. Dario (1911) Piazza Posta Vecchia, 8	GENOVA	Ing. Soc. Elettr. Riviera di Ponente

PUGLIESE Ing. Augusto (1910) Via Galata, 40-5	GENOVA	Capo Ufficio Officine Elettriche Genovesi.
QUEIROLO Ing. Rinaldo (1910) Salita S. Caterina, 6	GENOVA	Ingegnere
RAVA' Ing. Emilio (1904) Via XX Settembre, 37	GENOVA	Ingegnere
REGGIO Ing. Marchese cav. Giacomo (1897) Via Galata	GENOVA	Ing. Amm. Società Acquedotto Galliera
ROBBO Ing. Guido (1901) Via XX Settembre, 31	GENOVA	Ingegnere
RODOCANACHI Ing. Demetrio (1901) Via XX Settembre, 31	GENOVA	Ingegnere
RONCO Grande Uff. Ing. Gino (1909) Prof. R. Scuola Sup. Navale	GENOVA	Ing. Pres. Consorzio Autonomo del Porto di Genova
ROSSI Giuseppe (1898) Via S. Chiara, 2-9	GENOVA	Ditta Rossi e Schmidt - Impianti Elettrici
RUMI Ing. Pr. Cav. Uff. SERENO A. (1897) Via S. Luca, 3-b	GENOVA	Ingegnere, professore
SACUTO Ing. Giuseppe (1912) Via Maddalena, 32	GENOVA	Ingegnere
SCHMIDT Ing. Edmondo (1905) Via S. Luca, 1	GENOVA	Ing. Ditta Rossi e Schmidt
SELVATICI Dott. Alfredo (1912) Corso dei Colli, 25-6	SAMPIERDARENA	Ufficio Tecnico Movimento e Traffico F. S.
SERTORIO Ing. Domenico (1897) Corso Firenze, 5-11	GENOVA	Ingegnere
VALLE Ing. Rinaldo (1900) (Genova)	BUSALLA	Ingegnere

SOCI COLLETTIVI.

Ditta Alimonda e Burgo (1897)
Via XX Settembre GENOVA

Officine Elettriche Genovesi (1898)
Via del Campo GENOVA

Officine Elettromeccaniche (1902)
RIVAROLO LIGURE

Soc. Acquedott. De Ferrari-Galliera (1898)
Via Balbi, 2 GENOVA

Società Italiana Westinghouse (1909)
VADO LIGURE

Unione Italiana Tramways Elettr. (1902)
Via Bobbio, 28 GENOVA

SEZIONE DI LIVORNO

Via Scali del Pesce, 2

CONSIGLIO DIRETTIVO

Presidente: VIVARELLI Prof. ARISTIDE*Vice-presidente*: ROSSELLI Ing. Cav. ANGIOLO*Segretario*: DALMEDICO Ing. GUSTAVO*Cassiere*: CATANI Ing. GUALBERTO*Consiglieri*: VESPIGNANI Cav. GIUSEPPE; VIVARELLI Ing. VIRGINIO*Consigliere delegato al Consiglio Generale*: LODOLO Ing. Cav. ALBERTO.

SOCI INDIVIDUALI

ASPREA Ing. Pietro (1910) Cantiere Orlando	LIVORNO	Ing. Navale
ASTUTI Ing. Franco (1910) Via Giuseppe Verdi	VIAREGGIO	Ing. Dirett. Eserc. di Viareggio Soc. Unione Eserc. Elettrici
ATTAL Ing. Alberto (1910) Via Roma, 4	LIVORNO	Ditta Ing. A. e S. Attal. Rappresentante
ATTAL Ing. Salvatore (1910) Via Roma, 4	LIVORNO	Ditta Ing. A. e S. Attal. Rappresentanze
AZRIA Felice (1910) Via Giordano Bruno, 9	LIVORNO	Dirett. R. Ufficio Telef. Centrale
BENEDETTI Ing. Domenico (1910) Ing. Capo del Comune di	LUCCA	Ingegnere
CATANI Ing. Gualberto (1910) Via Calzabigi, 27	LIVORNO	Ing. Soc. Ital. Conduttori e lettrici isolati
DALMEDICO Ing. Gustavo (1910) Via del Fante, 2	LIVORNO	Ing. Dir. Tecnico Soc. Ligure Toscana di Elettr.
DE FERRARI Ing. Carlo (1910) Via del Marzocco, 7	LIVORNO	Amministr. Delegato Cementeria Italiana

DONEGANI Cav. Ing. Guido (1911) Piazza Carlo Alberto, 9	LIVORNO	Industriale
FAGIUOLI Giuseppe (1910) Via Maggi, 4	LIVORNO	Perito Industriale
GASPARINI Ing. Silvio (1910) Soc. Metallurgica Italiana	LIVORNO	Ing. Dirett. Tecnico Soc. Metal. Italiana
GENTILE Dott. Emilio (1910) R. Scuola Industriale	REGGIO CALABRIA	Dottore in Fisica - Professore di Elettrotecnica nella R. Scuola Industriale
LODOLO Cav. Ing. Alberto (1910) Via del Fante, 2	LIVORNO	Ing. Dirett. Gener. Soc. Ligure Toscana di Eletticità
MACCHIA Giuseppe (1910) Via del Porticciolo, 2	LIVORNO	Elettrotecnico, Perito Ind.
MANISCALCO Ing. Giovanni (1910) Piazza Carlo Alberto, 9	LIVORNO	Ing. Rapp. Soc. Ital. Westinghouse
MARTINI Zuccagni prof. Aroldo (1910) Via Magenta, 22	LIVORNO	Prof. di Fisica
NERI Ing. Giuseppe (1910) Società Forze Motrici	LUCCA	Ing. Dirett. Soc. Forze Motrici
NIEMACK Cav. Giovanni (1910) Corso Garibaldi, 61 bis	LUCCA	Industriale
ORLANDO Comm. Ing. Luigi (1910) Soc. Metall. Italiana	LIVORNO	Ing. Amm. Delegato Società Metallurgica Italiana
ORSINI Ing. Orsino (1910) Corso Umberto, 84	LIVORNO	Ing. Elettrotecnico
PARODI Ing. Cesare (1910) Via Roma, 10	LIVORNO	Ing. Dirett. Gen. Cantieri Marittimi e Fluviali
PIACANI Cav. Ing. Eugenio (1910) Soic. Tramways	LIVORNO	Ing. Dirett. Soc. Anon. Tramways di Livorno
PUPESCHI Ing. Alberto (1910) Piazza Carlo Alberto, 2	LIVORNO	Ingegnere

ROSSELLI Cav. Ing. Angelo (1910) Piazza Manin, 4 LIVORNO	Ing. Amm. Delegato Soc. Ital. per Conduttori Elett. Iso- lati e Prod. Affini
ROSSELLI Cav. Ing. Emanuele (1910) Via del Fosso, 1 LIVORNO	Ing. Dirett. Tecn. Stabili- mento Minerario del Siele
SEGRE' Ing. Giulio (1910) Via Masaccio, 10 FIRENZE	Ing. Elett. Direttore impianti propri Signa Poggibonsi
VESPIGNANI Cav. Giuseppe (1910) Corso Amedeo, 126 LIVORNO	Componente la Ditta G. Ve- spignani e C.
VIANI Marco (1910) Ten. Vasc. R. Acc. Navale LIVORNO	Tenente di Vascello
VISCONTI Ezio (1910) Viale Reg. Margher., 43 LIVORNO	—
VIVARELLI Dott. Prof. Aristide (1910) R. Scuola di Arti e Mestieri LIVORNO	Dirett. Scuola Arti e Mest.
VIVARELLI Ing. Virginio (1910) Via Maggi, 12 bis LIVORNO	Ing. Dirett. Soc. Anon. Li- vornese « l'Elettricità »

SOCI COLLETTIVI

Officine Elettromecc. Livornesi (1909)
LIVORNO

Società Anon. dei Tramways di (1909)
LIVORNO

Soc. An. Livornese « l'Elettric. » (1909)
LIVORNO

Soc. Anon. per Conduitt. Elettrici isolati
e Prodotti Affini (1909) LIVORNO

Soc. Ligure Toscana di Elettric. (1909)
LIVORNO

Società Metallurgica Italiana (1909)
LIVORNO

Ufficio Tecnico Comunale (1909)
LIVORNO

SEZIONE DI MILANO

Via S. Paolo, 10

CONSIGLIO DIRETTIVO

Presidente: PANZARASA Ing. ALESSANDRO (1911-1913).*Vicepresidente*: MERIZZI Ing. GIACOMO (1912-1914).*Segretario*: CAMPOS Ing. GINO (1911-1913).*Cassiere*: BIANCHI Ing. ANGELO (1912-1914).*Consiglieri della Sezione*: ARCIONI Ing. VITTORIO (1911-1912); BRIOSCHI Ing. FRANCO (1911-1912); BELLUZZO Ing. Prof. GIUSEPPE (1912-1913); CLERICI Ing. GIAMPIERO (1911-1912); CARCANO Ing. FRANCESCO ERNESTO (1912-1913); PIAZZOLI Ingegnere EMILIO (1911-1912).*Consiglieri delegati alla Sede Centrale*: PANZARASA Ing. ALESSANDRO (*Presidente*) (1911-1913); BERTINI Ing. ANGELO (1911-1912); FENZI Ing. FENZO (1912-1913); CONTI Comm. Ing. ETTORE (1912-1913); CIVITA Ing. DOMENICO (1911-1912); DANIONI Ing. FILIPPO (1911-1912); VANNOTTI Ing. ERNESTO (1912-1913); GADDA Ing. GIUSEPPE (1912-1913); JONA Ing. EMANUELE (1911-1912); MOTTA Ing. GIACINTO (1911-1912); STUCCHI PRINETTI Ing. LUIGI (1911-1912).

SOCI INDIVIDUALI

ABRAHAM Prof. Max (1912) Via Boccaccio, 4	MILANO	Professore di meccanica razionale nel R. Politecnico
ACERBONI Cesare (1912) Corso Venezia, 12	MILANO	Titolare della Ditta C. Acerboni - Articoli Elettrici
ADAMI Ing. Albano (1904) (Padova)	BASTIA DI ROVOLON	Ing. libero professionista
AGUSTONI Ing. Antonio (1906) Via Ugo Foscolo, 4	BUSTO ARSIZIO	Ing. Dirett. Soc. Elettrica Alto Milanese
ALESSANDRI Ing. Eugenio (1904) Via Fabbrica, 5	SESTO FIORENTINO	Ing. della Soc. Cer. Richard-Ginori, St. di Doccia
ALGERI Marino (1912) (Chieti)	CASOLI	
ALMAGIA' Ing. Edoardo (1897) Campo S. Angelo, 3832	VENEZIA	Ingegnere
AMMAN Dott. Comm. Edoardo (1897) Via Orian, 8	MILANO	Dottore

ANCONA Ing. Gustavo (1907)
Corso P. Romana, 2 MILANO

ANCONA On. Ing. Prof. Ugo (1897)
Hotel Manin MILANO

ANDREONI Ing. Carlo (1912)
Dir. Società Elettrica RIMINI

ANELLI Ing. Ferdinando (1897)
Via Senato. 40 MILANO

ANZINI Ing. Rag. Giovanni (1908)
Via Paolo da Cannobio, 29 MILANO

APOSTOLI Ing. Silvio (1903)
Via della Signora, 6 MILANO

ARCELLASCHI Leonardo (1897)
Via Francesco Ballarini, 2 COMO

ARCIONI Ing. Vittorio (1901)
Via Senato, 24 MILANO

ARNO' Ing. Prof. Riccardo (1897)
Via Quintino Sella, 3 MILANO

ASCOLI Ing. Mario (1904)
Via Panoramica, 2 (Via d'Azeglio)
BOLOGNA

ASTUTO Ing. Giorgio dei duchi di Luc-
chesi (1912)
IX, Bakáts-tér. 3 BUDDAPEST

BAGAJOLI Ing. Nazzareno (1910)
Capitano Artiglieria
Via dei Mille, 35 TORINO

BALSAMO Ing. Natale (1904)
Parco, 8 MILANO

BANFI Ing. Enrico (1904)
(Milano) VIMERCATE

BANFI ing. Giuseppe (1908)
Via Francesco Sforza, 41 MILANO

Ing. Ind. elett., Consocio del-
la Ditta Ing. Ancona e C.
Loria

Prof. al R. Politecnico di Mi-
lano - Deputato al Parla-
mento

Ing. Direttore Società Elet-
trica, Rimini

Ingegnere

Dirett. della Soc. d'Elett. Ge-
ra d'Adda, Milano e della
Società di Elett. «Luce e
Forza», Parabiago

Ing. Capo delle linee di tra-
missione dell'impianto i-
droelettrico di Grossotto del
Comune di Milano

Elettrotecn. della Soc. Elett.
«Laria», Ing. Negretti, Cle-
rici e C

Ing. Elettricista Consulente

Prof. R. Politecnico, Milano

Ingegnere

Ing. della Società Ganz

Cap. d'Art. Ing. Elettricista
Capitano - Officine costru-
zione Artiglieria

Ing. Vice-Capo Servizi Elett.
Municipio di Milano

Ing. Cons. Del Sc. An. per
az. per distr. energ. elett.
della « Unione Elettrotec.
Italiana »

Ingegnere

BARASSI Ing. Vittorio (1902) Via Manin, 3	MILANO	Ing. Isp. Ass. Ind. d'Italia per prev. gl'infortuni del lavoro
BARATTA Ing. Fausto (1911) Via XX Settembre, 14	SPEZIA	Ingegnere
BARBAGELATA Ing. Prof. Angelo (1903) Via Castel Morrone, 6	MILANO	Ing. Assist. misure elettriche Politecnico - Inseg. Scuola Laboratorio Elettrotecnica
BARBERIS Ing. Cav. Giovanni (1898) Via Victor Ugo, 1	MILANO	Ing. Dir. Soc. Sviluppo Im- prese Elettriche in Italia
BARDELLI Ing. Arturo (1907) Viale Venezia, 20	MILANO	Ing. della Società Italiana Siemens Schuckert
BARNI Ing. Edoardo (1897) Via Trento, 9	BRESCIA	Ingegnere Consulente
BARONI Ing. Cav. Mario (1906) Via Fatebenefratelli, 21	MILANO	Ing. Aiuto per la Meccanica Industriale R. I. T. S. - Mi- lano
BAROSI Ing. Giovanni (1904) Piazza Durini, 7	MILANO	Ing. Gerente Società Odorico e C., costruzioni in bêtôn e cemento armato
BARZANÒ Ing. Carlo (1897) Via Bagutta, 24	MILANO	Ingegnere industriale
BAS Ing. Enrico (1902) presso Maschinenfabrik Oerlikon (Zürich)	OERLIKON	Ing. della Società Oerlikon
BASSI Ing. Attilio (1908) Via Paleocapa, 3	MILANO	Ing. add. all'Ufficio tecn. Munic. di Milano, Servizi Elettrici
BASSI Rinaldo (1902) Via Pastrengo, 5	BRESCIA	Proprietario Officina Elettro- meccanica
BAUMERT Ing. Carlo (1910) Via P. Umberto, 4	MILANO	Ing. Rapp. della Soc. Garbe- Lahmeyer di Aquisgrana
BELLINI Ing. Virgilio (1904) Corso S. Celso, 42	MILANO	Ingegnere
BELLUZZO Ing. Prof. Giuseppe (1905) Via Paolo Frisi, 1	MILANO	Ing. Prof. di Costr. dei Mc- tori R. Politec. di Milano

BELOTTI Ing. Sante (1904) Corso P. Romana, 76	MILANO	Ingegnere
BENETTI Genolini Ing. Piero (1910) Via Tasso, 1	MILANO	Ingegnere
BERETTA Ing. Annibale (1909) Via Bazzoni, 8	MILANO	Ing. Dirett. Tecn della Soc. Anonima Bergomi Milano
BERNARDI Ing. Giovanni (1910) Via Milazzo, 1	BRESCIA	Ing. Dir. Eserc. Soc. Elettr. Bresciana
BERNARDINI Ing. Emilio (1910) Via Moscova, 18	MILANO	Ing. Ind. Libero professioni- sta
BERNASCONI Ing. Enrico (1908) Via Gustavo Modena, 3	MILANO	Ing. della Società Gen. Ital. Accumulatori Elettr. Milano
BERTINI Ing. Angelo (1897) Via Guastalla, 11-A	MILANO	Ing. Direttore Generale della Soc. It. Edison
BESOSTRI Ing. Piero (1897) Via Aurelio Saffi, 27	MILANO	Ingegnere
BESOZZI Aldo (1907) Via Borromei, 5	MILANO	Dirett. Gen. Soc. Anonima A. Besozzi - Materiali Elettrici
BIANCHI Ing. Angelo (1897) Via Solferino, 1	MILANO	Ing. Studio Elettr., Consu- lente Ing. A. Panzarasa
BIFFI Ing. Emilio (1909) Via Statuto, 23	MILANO	Assistente Scuola Laboratorio Elettrotecnica
BISUTTI Ing. Ugo (1897) Via Rovani, 3	MILANO	Ing. Ind. Direttore della Soc. Idroelettrica Italiana
BOCHICCHIO Ing. Canio (1911) Via Lazzaro Spallanzani, 5	SPEZIA	Ing. Tecnico della Soc. Idro- elettrica Ligure
BOGNI Ing. Malachia (1903) SESTO CALENDE		Ingegnere
BÖHM Ing. Michelangelo (1908) Via Vittoria, 43	MILANO	Ing. Consulente di Officine Gas

BOLDORINI Angelo (1908) Via Broggi, 21	MILANO	Elettrotecnico, Socio della Ditta Ing. Luigi Boselli e C.
BONFIGLIO Ing. Gaetano Cesare (1909) Care Vaccaro Bros Cy. (Ceiba-Hond.) (U. S. A.)	NEW-ORLEANS - La.	Ingegnere
BONIFAZI Ing. Giovanni (1910) Via delle Tagliate 17, int. 7	SAVONA	Ing. della A. E. G. Thomson Houston di Roma
BONOMI Ing. Gaetano (1897) Viale Porta Nuova, 6	MILANO	Ingegnere Industriale
BORMIDA Ing. Tommaso (1910) Via Andegari. 8	MILANO	Ing. Gerente Soc. Ing. T. Bormida e C. e Dir. Soc. Mantovana Esercizi Elettr.
BOSELLI Ing. Luigi (1897) Corso Porta Nuova, 11	MILANO	Ingegnere Rappresentante
BOVONE Ing. Edoardo (1908) Via Digione. 8	LECCO	Ing. add. alla Centr. idroe- lettr. di Morbegno ed alla traz. elettr. nelle linee Val- tellinesi.
BÒZZOLO Ing. Giambattista (1908) Corso Buenos Ayres, 55	MILANO	Ing. presso A. E. G. Thom- son Houston
BRACCO Ing. Giambattista (1899) Via Boccaccio, 22	MILANO	Ingegnere
BRANDI Ing. Vincenzo (1909) Via Benedetto Marcello, 85	MILANO	Ingegnere Consigliere deleg. Comp. Gen. Ital. di Elettr.
BRAZZOLA Ing. Carlo Vincenzo (1904) Corso Genova, 16	MILANO	Ingegnere
BREDA Ing. Comm. Ernesto (1897) Via Bordini, 9	MILANO	Ingegnere
BRIGIUTI Mario (1911) Soc. Miniere Antimonio « Massiac » (Cantal France)	MASSIAC	Perito meccan. - Laureando Ing. elettr. - Capc Servizi elettr. della Soc. Miniere e Fonderie d'Antimonio
BRIOSCHI Ing. Franco (1897) Foro Bonaparte, 21	MILANO	Ing. Cons. Deleg. Soc. Brio- schi, Imp. Elettr. - Ccns. Deleg. Soc. della Maira
BRISON Ing. Henry (1898) Rue de Longchamp, 106	PARIGI	Ing. Direct. Société d'Entre- prises Elec., Genève

BRODIE WILLIAM Ing. Alexander (1906) Villa S. Rocco SAN REMO	Ing. Elettrotecnico, Ammin. Dirig. della British Conti- nental Electricity Co. Ltd.
BROGGI Ing. Carlo (1906) Foro Bonaparte, 37 MILANO	Ing. Studio Tecn. Industr.
BROWN C. E. L. (1903) Römerburg BADEN (Suisse)	—
BRUNELLI Ing. Prof. Luigi Mario (1910) presso R. Scuola Industriale MESSINA	Ingegnere, Prof. R. Scuola Industriale
BRUNI Ing. Paolo (1901) Via Castiglia, 21 MILANO	Ing. Procuratore Tecnomasio Italiano Brown-Boveri
BULLARA Ing. Salvatore (1911) Via Ansperto, 9 MILANO	Ing. della Direzione Ferrovia Ticino
BUSCHETTI Ing. Claudio (1897) Via Jacopo da Diacceto, 2 FIRENZE	Ingegnere
CALANDRI Cav. Uff. Alfonso (1904) Via Indipendenza, 1 TREVISO	Telefoni
CALDERINI Ing. Cav. Ampelio (1899) Via Lazzaro Palazzi, 10 MILANO	Ingegnere
CAMPOS Ing. Gino (1901) Via Broggi, 4 MILANO	Ing. della Società C. G. S. Fabbr. istr. mis. elettrici (già C. Olivetti e C.)
CANALI Ing. Archimede (1898) MONZA	Ing., Dirett. Tecn. dell'Im- pianto di Monza. Soc. An. per Imprese Elettr. Conti
CAPROTTI Bernardo (1897) (Milano) PONTE ALBIATE	Ind. - Filatura, Tintoria e Tessitura di cotone
CARCANO Ing. Franc. Emilio (1901) Via Napo Torriani, 6 MILANO	Ingegnere
CARLO Ing. Bartolomeo (1912) Corso degli Inglesi, 21 SANREMO	Ingegnere Eletttricista
CARMINATI Ing. Gaetano (1906) Via Ermete Novelli, 8 BERGAMO	Ing., Dirett. dei lavori della Soc. Gen. Elettr. dell'Ada- mello
CASTELLI DELLA VINCA Ing. Ugo (1911) Via Paleocapa, 3 MILANO	Ing. elettr.

CASTOLDI Enrico (1903) SENNA LODIGIANO			
CASTOLDI Ing. Marco (1900) Via S. Agnese, 6	MILANO	Ingegnere elettricista	
CATENACCI Ing. Gino (1911) Via Durini, 5	MILANO	Ing. Elettr. - Calcolatore pr. la Ditta E. Marelli e C.	
CAURO Ing. Luigi (1897) Via Princ. Umberto, 28	MILANO	Ing. Gerente della Soc. Elet- trodinamica	
CECCHINI Ing. Oreste (1908) Cotonificio Cantoni	LEGNANO	Ingegnere	
CENI Avv. Antonio (1897) Via Montebello, 16	MILANO	Avvocato	
CENZATO Ing. Giuseppe (1907) Officina Elettr. della Bufola	NAPOLI	Ingegnere, Direttore Società Napoletana per Impr. Elet- triche - Officina Elettrica della Bufola	
CERADINI Ing. Emilio (1907) Piazza Chiodo, 2	SPEZIA	Ing. Elettr. Capo R. Marina	
CHIESA Ing. Luigi (1908) Capit. Artigl. Specialisti del Genio	ROMA	Capitano d'Artiglieria, ing. Elettricista	
CHIZZOLINI Ing. Antonio (1906) Via Vincenzo Monti, 11	MILANO	Ing. Consigliere Unione Eser- cizi Elettrici, ecc., ecc.	
CIRLA Ing. Ernesto (1897) Via Leopardi, 7	MILANO	Ingegnere	
CIVITA Ing. Domenico (1897) Via Cappuccini, 4	MILANO	Ingegnere	
CLERICI Ing. Carlo di Francesco (1897) Via Broggi, 6	MILANO	Ingegn. Gerente Soc. Edison per la Fabbr. delle lam- pade Ing. C. Clerici e C.	
CLERICI Ing. Giampiero (1899) Via Gabrio Casati, 2	MILANO	Ing. Ind., Gerente delle Off. già Guzzi e Ravizza di Ing. Giampiero Clerici e C.	
COCCO Ing. Vittorio (1907) Via Principe Umberto, 36	MILANO	Ing., Assist. Costruz. Macch. nel R. Politecn. di Milano	
CODECASA Ing. Ernesto (1908) Via Felice Casati, 17	MILANO	Ing. presso la Società per Imprese Elettriche Conti	

COLABICH Pietro (1903) Ten. Vascello Via S. Francesco, 95	PADOVA	Tenente di Vascello
COLICA Ing. Giacomo (1907) Piazza Cordusio, 2	MILANO	Ing. Ind. Redattore Segret. della Riv. Tecnica « L'In- dustria »
COLLA Ing. Alfonso (1908) Via Cernaia, 5	MILANO	Ing. Ufficio Rapp. Soc. Ital. Fond. in Ghisa e Costruz. Meccaniche già Frat. Bal- leydier
COLOMBO Ing. Attilio (1906) Via Loggia, 14	ANCONA	Ing., Dirett. Soc. Marchigia- na per Imprese Elettriche
COLOMBO Sen. Ing. Prof. Giuseppe (1897) Monte Napoleone, 22	MILANO	Senatore, ing. prof. Dir. R. Politecnico di Milano
COLOMBO Giuseppe (1912) Via Daniele Crespi, 1	BUSTO ARSIZIO	Elettricista
COLOMBO Ing. Vitaliano (1905) Via Principe Umberto, 17	MILANO	Ingegn. della Società Italiana Oerlikon
COLONNESI Camillo (1912) Capo Centrale idro-elettrica del Comu- ne di Milano (Valtellina)	GROSSOTTO	Capo della Centrale idroelet- trica del Comune di Mi- lano
COLTRI Ing. Carlo (1898) Via Andrea Appiani, 5	MILANO	Ing., Vice Dirett. della Soc. Lomb. per Distrib. d'Ener- gia Elettrica
COLUMBO Ing. Luigi Vincenzo (1900) Via Fiamma, 12	MILANO	Ing., Ger. delle Offic. Mecc. Elettro Termiche, ing. Co- lumbo Spizzi e C.
COMBONI Ing. Giuseppe (1901) Via Principe Umberto, 17	MILANO	Ing. Elettrotec., Ass. di Elet- trotecnica al R. Politecnico di Milano
CONTI Ing. Comm. Ettore (1897) Via Aurelio Saffi, 25	MILANO	Ing. Industr., Titolare delle Imprese Elettriche Conti
COPPADORO Ing. Guido (1906) Via Alberto da Giussano, 22	MILANO	Ing., Dott. in Fisica, tecnico Soc. Ital. Lux
CORTE Ing. Enrico (1897) Belgrano, 432	BUENOS AYRES	Ingegnere
CORTESE Ing. Luigi Francesco (1911) Via Gustavo Modena, 16	MILANO	Ing. Sotto-Ispett. nelle Ferro- vie dello Stato, Trazione E- lettrica
COVI Ing. Adolfo (1907) Corso Magenta, 84	MILANO	Ing., Consigliere Deleg. Sccl. Gen. Elettrica dell'Adamel- lo (G. E. A.)

CROCI Ing. Alfredo (1901) Via Leopardi, 8	MILANO	Ingeg., Gerente dell'Acc. per Az. Ing. A. Croci e C.
CROSTI Ing. Carlo (1909) Via Plinio, 14	MILANO	Ing. Ind. ed Elett. presso Soc. Siemens Schuckert
DACCO' Ing. Guido (1910) Bast. P. Vittoria, 35	MILANO	Ingegnere
DAL Co Ing. Guido (1908) Via Fontana, 7	MILANO	Ing. Industr. Elett. Socio della Ditta Ing. G. Dal Co e O. Bertoja
DAMIANI Gaetano (1906) Via Agnello, 5	MILANO	Perito Ind. Dir. Off. S. Ra- degonda
DAMIOLI Ing. Felice (1910) Via Paolo da Canobbio, 2	MILANO	Ing. - Gerente Ditta Fratelli Damioli
DANIONI Ing. Cav. Filippo (1897) S. Marco, Calle P. dell'Ang., 386	VENEZIA	Ing. Industr. elettricista Con- sulente
DE ANDREIS Ing. Luigi (1897) Via Alessandro Volta, 19	MILANO	Ing. industr. elett. già De- putato al Parlam. Studic di Consulenza Industriale
DECIO Ing. Giulio (1897) (Novara)	AMENO	Ing. Ind. Propriet. stabili- mento Industriale
DELLA GIUSTA Ing. Fausto (1908) Via Lazzaro Palazzi, 7	MILANO	Ingegnere
DELLA PORTA Ing. Franco (1907) Viale Venezia, 20	MILANO	Ingegnere Soc. Italiana Sie- mens-Schuckert
DELLA RICCIA Dott. Ing. Cav. Ang. (1899) 96 Avenue Pereire	ASNIÈRES (Seine)	Dott., ing. consul. Ammistr. Delegato della Société d'E- lectricité de Paris
DELLA SALDA Ing. Cesare (1908) Via Lazz. Palazzi, 8	MILANO	Ingegnere
DEL PROPOSTO Ing. Cesidio (1911) Kaménnoostrousky Prospect	S. PETERSBOURG	Ing. - Directeur de la Société Generale de Tramways
DEMICHIELIS Ing. Enrico (1908) Stabil. Pirelli e C.	BICOCCA DI NIGUARDA	Ing. Stab. Pirelli e C.

DENTI Ing. Eugenio (1901) Viale Princ. Umberto, 4	MILANO	Ing., Regg. Sez. Elettrotecn. Uff. Tecn. Prov. di Milano
DE RHAM Ing. Paul (1912) Villa Sofia	DRONERO	Ing. Dirett. dei Lavori Idraulici della Maira
DE SERAS Ing. Mattia (1906) (Reggio Cal.)	OPPIDO MAMERTINA	'Ing. Gerente Società «Industrie Calabresi»
DESSY Ing. Flavio (1899) Corso Reg. Elena, 3	FIRENZE	Ing. Ispettore delle Ferrovie dello Stato
DE STEFANI Ing. Giuseppe (1912) Corso S. Celso, 13	MILANO	Ing. presso A. G. Motor
DE STRENS Ing. nob. Emilio (1897) Via Princ. Umberto, 22	MILANO	Ing., Ind., Direttore Procur. e Gerente della Casa Babcock e Wilcox Ltd.
DE VISSER Ing. Comm. E. B. (1909) Via Lor. Mascheroni, 5	MILANO	Ing. Dir. Soc. Ital. di Elett. Siemens Schukert
DE VLEESCHAUWER Ing. Cav. Gastone (1897) Corso Magenta, 88	MILANO	Ing., Cav. Cor. It. Con. del Belgio
DOLCETTA Ing. Giulio (1908) Via Spallanzani, 5	SPEZIA	Ing., Dir. dell'imp. di Isola della Società Idroelettrica Ligure
EINSTEIN Ing. Roberto (1910) Piazza S. Pietro e Lino, 4	MILANO	Rappr. Gen. per l'Italia della H. Aron Elektrizitätszählerfabrick G. m. b. H.
EMANUELI Ing. Leopoldo (1897) Stabilimento Pirelli	BICOCCA DI NIGUARDA	Ing. della Ditta Pirelli e C.
EMANUELI Ing. Luigi (1907) Stabilimento Pirelli	BICOCCA DI NIGUARDA	Ing. Ditta Pirelli Insegnan. Scuola Lab. Elettrotecnica
ERRERA Ing. Luigi (1912) Capo Ufficio Trazione Elettrica F. S. Foro Bonaparte, 31	MILANO	Ing. Capo Uff. Trazione Elettrica - Divis. Trazione e Materiale F. S.
ESTERLE Ing. Comm. Carlo (1897) Piazza Castello, 11	MILANO	Ingegnere Cons. Deleg. Soc. Edison
FACCHINETTI Ing. G. Battista (1908) C. Magenta, 22	BRESCIA	Ing. Dirett. dei trams elettrici Municipali di Brescia

- | | | |
|--|-----------------|--|
| FACHINETTI Ing. Piero (1912)
presso Soc. Bergamasca | BERGAMO | Ing. della Società Bergamasca per Distribuzione di Energia Elettrica |
| FACCIOLI Ing. Giuseppe (1903)
49 Taconic St. (U.S.A.) | PITTSFIELD MASS | Ing. Elettr., Vice Dirett. Dipartimento trasformatori General Electric Co |
| FADINI Ing. Nob. Carmelo 1903
Bast. Monforte, 21 | MILANO | Ing. presso la Soc. Lomb. Distrib. Energia Elettrica |
| FANO Ing. Giacomo (1897)
Via Agnello, 8 | MILANO | Ingegnere |
| FANTINI Alberto (1912)
Via dei Mille, 8 | BERGAMO | Elettrotecnico, Gerente delle Offic. elettrotecniche Bergamasche A. Fantini e C. |
| FARINA Ing. Oreste (1910)
Via Vincenzo Monti, 34 | MILANO | Ing. Capo Uffic. Tecnico della Soc. An. Materiale Elettrico di Milano |
| FASANOTTO Ing. Giuseppe (1903)
Via Leoncino, 22 | VERONA | Ing., Dirett. Impr. Elettrica Com. di Verona |
| FENZI Ing. Fenzo (1906)
Piazza S. Sepolcro, 7 | MILANO | Ing., industriale elettrotecnico, libero professionista |
| FERLA Ing. Ettore fu Giuseppe (1908)
Via Mario Pagano, 49 | MILANO | Ing. Ind. Elettr., Dir. della Soc. « Dora » di Eletticità, Ivrea |
| FERRADINI Ing. Mario (1912)
Via Pinamonte da Vimercate, 4 | MILANO | Ingegnere |
| FERRAGUTI Ing. Guido (1909)
Via Vitruvio, 12 | MILANO | Ingegnere |
| FERRARI Ing. Alfonso (1899) | GALLARATE | Ingegnere |
| FERRARI Ing. Cav. Enrico (1908)
Corso Sempione, 14 | MILANO | Ingegnere |
| FERRARIO Ing. Cav. Costantino (1898)
Via Unione, 29 | COMO | Ing., Studio per Costruzioni Civili Industriali |
| FERRARIS Ing. Luigi (1912)
Via Jacombo Baruffini, 4. 4 | GENOVA | Ingegnere Elettrotecnico |
| FERRERIO Ing. Franco (1910)
Via Settembrini, 35 | MILANO | Ing. Ufficio Tecnico Municip. |

FERRERIO Ing. Piero (1908) Via L. Settala, 41	MILANO	Ingegnere
FIDORA Ing. Ferruccio (1906) (Rovigo)	ADRIA	Ingegnere
FINZI Dott. Giorgio (1904) Via Mascheroni, 5	MILANO	Dottore
FINZI Ing. Prof. Leo (1908) Heinrichsallee, 46	AACHEN (Prussia)	Ing., Prof. di Elettrotecnica al Polit. di Aachen, Cons. della Elektrotechnischen Fabrik Rehydt
FINZI Ing. Vittore (1898) Via Monte Napoleone, 7	MILANO	Ing. Dirett. della Soc. Elet- trotecnica Commerciale I- taliana
FIGURETTI Ing. Luigi (1912) Via Ozanam, 4	MILANO	Ing. Soc. Idroelettrica Valle d'Aosta
FIORINI Ing. Dante (1911) Via Marsala, 13	MILANO	Ing., Dirett. Rivista « L'Elet- tricità »
FOGLIANI Ing. Gianluigi (1899) Via Ausonio, 16	MILANO	Ing., Società Edison
FOLTZER Emilio (1897) RIVAROLO LIGURE		Industriale
FORESTI Ing. Augusto (1902) Via Moscova, 16	MILANO	Ingegnere, Professionista
FORNI Siro (1911) Via Cavour, 3 (Novara)	VESPOLATE	Industriale, Proprietario di Officina Idroelettrica
FOSCARINI Ing. Adolfo (1897) Corso Porta Venezia, 69	MILANO	Ing., Direttore Tecnico delle Tramvie Elettr. Soc. Edi- son, Milano
FOSTER Ing. Tomaso (1910) Via Bramante, 29	MILANO	Ing. della Società Italiana Siemens Schuckert
FRANCESCHINI Ing. Muzio Scevola (1900) Via XX Settembre, 6, int. 7	GENOVA	Ing., Dirett. dell'Uff. Tec. di Genova della Soc. Ital. di Elettr. Siemens-Schuckert
FRENZEL Ing. Fritz (1907) Viale Stazione, 24	BERGAMO	Ing., Dirett. della Soc. Ber- gamasca per distribuz. di energia elettrica
FUMERO Ing. Francesco Ernesto (1900) Corso Magenta, 31	MILANO	Ing. Ufficio di Rappresentan- za Industrie Elettriche Naz.

FURLANELLI Ing. G. (1910) Soc. Italo Svizzera	BOLOGNA	Ing., Capo Ufficio Tecnico Soc. Italo Svizzera di Co- struz. Meccaniche
GADDA Ing. Giuseppe (1897) Piazza Castello, 20	MILANO	Ing., Consigli. Deleg. Unio- ne Esercizi Elettrici
GAGLIARDI Ing. Enrico (1910) Via Broggi, 6	MILANO	Ing. Tecnico della Soc. Edi- son Grimoldi
GALLUCCI Ing. Attilio (1908) Via Faustino Malaguti, 6	BOLOGNA	Ing. dell'Unione Esercizi E- lettrici addetto per le co- struzioni
GANASSINI Ing. Gaetano (1908) Via Lazzaretto, 14	MILANO	Ingegnere
GARBANI Ing. Luigi (1908) Via Galileo Galilei, 13	MILANO	Ingegnere
GARFIELD Alexander Stanley (1904) Rue de Londres, 10	PARIGI	Elect. and Mechan. Engin. Chief Eng. Comp. Française Thomson Houston Consult. Eng. Gen. Elec. Co, Comp. Elect. Thomson Houston de la Médit.
GARGHETTI Ing. Carlo (1909) Piazza Garibaldi Officina Gas	ABBIATEGRASSO	Ing., libero profession. Ge- rente dell'Impr. Gas-Elettr. di Abbiategrasso.
GATTA Ing. Dino (1898) Via Plebiscito, 9	MILANO	Ing. nella C. G. S. Soc. An. Strum. Elettr. (già C. Oli- vetti e C.)
GAVIOLI Leopoldo (1910) Centrale Elettrica Ossolana	VILLADOSSOLA	Dirett. Centr. Elettr. Ossolana
GEROSA Ing. Emilio (1912) Via Mercato Vecchio, 3	TRIESTE	Ing. Civile - aggiunto edile presso il Civico Magistrato in Trieste e perito giurato presso l'I. R. Tribunale.
GHETTI Ing. Ottaviano (1904) S. Salvatore, 4780	VENEZIA	Ing. Capo Uff. Tec. Soc. Cel- lina
GIACALONE Messina Antonino (1909) Centrale Elettrica	BAGHERIA	Elettrotecnico
GIAMMINOLA Ing. Giovanni (1908) Viale Venezia, 20	MILANO	Ingegnere
GIGLI Ing. Giglio (1908) Officine Togni	BRESCIA	Ingegnere, delle officine Togni
GIORDANO Ing. Giuseppe (1899) Via Corso, 12	FIUME (Ungheria)	Ing., Dirett. Servizi Pubblici Acquedotto, Centrale Elet- trica e Tramvia

GIORGETTI Ing. Gian Teodoro (1901)
Via Volta, 56 **COMO**

GIOVANARDI Casimiro (1909)
Via Umberto I, 11 **BRESCIA**

GIOVANNONI Romeo (1910)
Via Magenta, 5 **LEGNANO**

GIOVANOLA Ing. Pietro (1901)
Via Lorenzo Mascheroni, 5 **MILANO**

GIUGLIETTI Ing. Giulio (1909)
R. Politecnico **MILANO**

GIUSSANI Tommaso (1901)
Viale Venezia, 14 **MILANO**

GONZALES Ing. Cav. Tito di Eugenio (1908)
Piazzale Trento, 7 **MILANO**

GRASSI Prof. Francesco (1897)
Via Bossi, 2 **MILANO**

GRAZZANI Ing. Marcello (1904)
Via Beccaria **SONDRIO**

GREGOTTI Ing. Cav. Edoardo (1910)
Corso Garibaldi **MORTARA**

GRIMOLDI Pietro (1911)
Via Broggi, 6 **MILANO**

GRONDA Ing. Attilio (1908)
Società Emiliana Esercizi Elettrici
PARMA

GUASTALLA Ing. Guido (1908)
Scuola Profess. Cobianchi **INTRA**

GUERRA Guglielmo (1908)
Via S. Bernardino **SALO'**

GUTTINGER Ing. Giulio (1908)
Piazza Belgioioso, 2 **MILANO**

HESS Lodovico (1901)
Via Nino Bixio, 21 **MILANO**

Ingegnere elettrotecnico

Elettrotecnico, Rappresen-
tante A. E. G. Thomson
Houston

Elettrotec., Compr. Soc. Ind.
Elettriche R. Giovannoni e
C.

Ing. Direttore dell'esercizio
delle Ferrovie del Ticino.

Ing. Assis. R. Politecnico

Offic. Sesto S. Giovanni, Ca-
mona, Giussani, Turrinelli
e C.

Ingegnere, Capo servizi elet-
trici Ufficio Tecnico Municipi-
pale di Milano

Professore Insegnante

Ing. Dir. Soc. « L'Elettricità »

Ing. Studio Tecnico e Impre-
sa costruzioni

Elettrotecnico - Dir. Soc. E-
dison Fabb. Macch. ed Ap-
parecchi elettrici G. Gri-
moldi e C.

Ing. Tecnico della Soc. Emi-
liana Esercizi Elettrici

Ing. Scuola Professionale Co-
bianchi

Capotecnico

Ingegnere

Commerc. in Articoli tecnici

HOEPLI Dott. Comm. Ulrico (1898)
 Galleria De Cristoforis MILANO
HULDSCHINER Dr. Ing. Goffredo (1912)
 Corso Sempione 9 MILANO
INVERNIZZI Ing. Emilio (1910)
 Via Lazzaretto, 17 MILANO
IZAR Ing. Angelo (1905)
 Via Gabrio Serbelloni, 9 MILANO
JARACH Ing. Aldo (1912)
 Via Tamburini, 10 MILANO
JARDINI Ing. Mario (1910)
 Viale Monforte, 13 MILANO
JOETZE Ing. Guglielmo (1911)
 Viale Venezia, 20 MILANO
JONA Ing. Cav. Emanuele (1897)
 Via Principe Amedeo, 5 MILANO
KRÜGER Ing. Cav. Carlo (1912)
 Via Guerrazzi, 7 MILANO
KUGEL Dr. M. (1909)
 Via S. Gregorio, 33 MILANO
KUSTERER Herman (1912)
 Via Rovello, 1 MILANO
LADO Ing. Gino (1907)
 Via S. Primo, 6 MILANO
LANDOLT Ing. Federico (1911)
 Via Plinio, 5 MILANO
LA PORTA Ing. Andrea (1898)
 Piazza Castello, 9 MILANO
LARGHI Ferdinando (1912)
 Corso Buenos Ayres, 57 MILANO
LECOULTRE Ing. Ernesto (1902)
 Via Principe Umberto, 17 MILANO
LEIDI Ing. Carlo di Edoardo (1908)
 Centrale Elettrica Comunale
 Piazzale Trento, 7 MILANO

Dottore, Editore-Libraio
 Ing. della A. E. G. Thomson
 Houston
 Ingegnere
 Ing. Ind. elettr. Libero profess., Ass. di Fisica tecn. e sperimentale al R. Politecnico di Milano
 Ing. addetto alla Società Italiana di Elettricità Siemens Schukert
 Ing., Geren. della Ditta Ing. Jardini Larghi e C. di Crescenzago
 Ing., Procuratore della Siemens Schuckert
 Ing. Capo Elettricista della Ditta Pirelli e C.
 Ing. Direttore della Società Italiana di Elettricità Siemens-Schukert
 Dirett. della Soc. Gener. Ital. Accumul. Elettrici
 Elettrotecnico
 Ing. presso il Tecnomasio Italiano Brown-Boveri
 Ing. di Traz. presso la Ditta Tecnomas. Italiano Brown Boveri
 Ing. Dir. Soc. Ital. Westinghouse, Amm. delle Soc.: Tram, Palermo - id. Siciliane - Tramvie Savonesi
 Elettrotecnico Industriale
 Ing. Soc. Italiana Oerlikon
 Ing. addetto all'Uff. Tec. del Comune di Milano, « Centrale Elettrica »

LIEB Ing. Comm. John W. Junior (1902)
Duane Street, 57
NEW YORK (City) (U. S. A.)

LIUZZI Ing. Cesare Federico (1908)
Via A. Manzoni, 45 MILANO

LOCATELLI Ing. Giuseppe (1898)
Via Cappuccio, 13 MILANO

LONGHI Ing. Carlo (1897)
Via Telesio, 11 MILANO

LORIA Ing. Cesare (1906)
Via Senato, 12 MILANO

LOVISETTI Ing. Luigi (1908)
Corso di Porta Nuova, 36 MILANO

LUDERGNANI Ing. Paolo (1910)
Via Petrarca, 4 MILANO

LUPI Dott. Donatello (1909)
Via Carlo Tenca, 19 MILANO

LURASCHI Ing. Arnaldo (1902)
Viale Venezia, 30 MILANO

LUZZATI Ing. Cav. Riccardo (1902)
Via S. Vito Silvestro, 12 VARESE

LUZZATTO Ing. Cap. Dino (1906)
Via Francesco Crispi, 82 (p. 2°)
presso Herreros ROMA

MACCHERONI Ing. Guido (1908)
Piazza Castello, 9 MILANO

MAGATTI Ing. Comm. Emilio (1897)
Corso Concordia, 5 MILANO

MAGNOCAVALLO Ing. Luigi (1912)
Soc. Lombarda per distribuzione
Energia Elettrica LECCO

MAGRINI Ing. Luigi (1897)
Via Maglio del Lotto BERGAMO

MAIFRENI Francesco (1898)
(Rovigo) ADRIA

MAIURI Ing. Guido (1903)
Via Canova, 1 MILANO

MALASPINA Ing. Torquato (1909)
Piazzale Magenta, 8 MILANO

Ing. indust., Vice Pres. The
New Ycrk Edison Com-
pany

Ing. Dirett. Società Italiana
Conduttori elettr. - Livorno

Ing. elettr. tecn. Soc. Gen.
Ital. Edison di Elettricità

Ing. Direttore Tecnico Soc.
Edison

Ing. Eletttricista, Consocio
dellc Studio Ing. G. Anco-
na, C. Loria

Ingegnere

Ingegnere A. E. G. Thomson
Houston

Dott. Dirett. del Laboratorio
della Società Edison

Ing. Studio Tec. Ind. - Agente
per la Lombardia della Soc.
An. Off. Elett. Ferrov. di
Milano

Ing. Direttore generale della
Soc. Varesina per imprese
elettriche

Ing. Capitano

Ing. Elett. ed Industriale

Ingegnere

Capo servizio Soc. Lombarda
per distribuzione Energia
Elettrica

Ing. Ger. Lab. Elettrotecnico
Ing. Luigi Magrini e C.

Direz. Uff. Elett. Illuminaz.

Ingegnere

Ing. Dir. A. E. G. Thomson
Houston.

MALERBA Ing. Francesco (1910) Via Orefici, 15	MILANO	Ingegnere Industriale Elett.
MALFASSI Ing. Leonardo (1910) (Brescia)	VEROLANUOVA	Ingegnere
MANARA Ing. Manarino (1898) Piazza Virgiglio, 4	MILANO	Ingegnere
MANGIAGALLI Ing. Luigi (1908) Via Cervia, 39	MILANO	Ingegnere
MANTOVANI Ing. Augusto (1909) Via alla Chiesa	GORLA I.	Ingegn. Ind. elettrot. presso Ditta E. Marelli e C.
MARAGHINI Ing. Vittorio (1909) Corso Venezia, 42	MILANO	Ingegnere professionista
MARCHETTI Lorenzo (1910) S. SEVERINO MARCHE		Elett. Dir. Imp. Ener. Elett. Cingoli, S. Severino Mar- che
MARELLI Ercole (1910) Bastioni Monforte, 3	MILANO	Industr., Gerente della Ditta E. Marelli e C.
MARIANI Ing. Pietro Adamo (1912) Viale Monforte, 11	MILANO	Ing. Consigliere Delegato della Società Anonima Rappresentanze S. A. R. di Genova — Insegnante alla Scuola Industriale Milanese.
MARONI Ing. Guido (1902) 14, Rue Emad-El-Dine (Egitto)	CAIRO	Ingegnere Ind. Amministr. Direttore della Société Générale d'Electricité et de Mécanique.
MARTELLI Ing. Cav. Giulio (1906) Via S. Orsola, 5	MILANO	Ing. Ind. Dirett. The Camisolo Mine Ld. Introbio Cons. della Soc. Elett. Vai- sassinense Introbio e della Società Idroelettrica Briantea Milano
MASCARINI Ing. Giovanni (1903) Corso Romana, 18	MILANO	Ingegnere
MAURELLI Ing. Catullo (1909) Via Filodrammatici, 7	MILANO	Ing. Industr. Dirett. Tecnico « Off. Aurora » Ing. S. Del- la Carlina, Milano
MECIANI Manin (1912) Corso Buenos Ayres, 52	MILANO	Elettrotecnico
MELLI Ing. Romeo (1908) Via Niccolò Tartaglia	BRESCIA	Dirett. Tecnico della Società Elettrica Bresciana
MENEGAZZI Ing. Emilio (1910) Via Andegari, 8	MILANO	Ing. Elett. libero profession.

MERIGGI Ing. Lino (1906) Viale Monforte, 33	MILANO	Ing. elettrot. Dott. in Fisica Ger della Soc. Ing. Merig- gi e C.
MERIZZI Ing. Giacomo (1897) Via Castiglia, 21	MILANO	Ing. Dirett. Tecnomasio Ital. Brown Boveri
MERLINI Ing. Gerolamo (1897) Via Telesio, 15	MILANO	Ingegnere
MERRONE Ing. Salvatore (1899) Via Principe Umberto, 17	MILANO	Ing. Dir. Soc. Ital. Cerlikon
MINA Ing. Carlo (1900) Via Moscova, 16	MILANO	Ingegnere, professore
MOCHI Adolfo (1897) Piazza Volta, 5	COMO	Dir. Società « La Telefonica Comense »
MODIGLIANI Ing. Umberto (1908) Via Guerrazzi, 3	MILANO	Ingegnere
MOLINARI Ing. Carlo Alberto (1908) Via Durini, 28	MILANO	Ing. della Soc. Gener. elettr. dell'Adamello
MONTELEONE Paolo (1911) (Reggio Calabria) OPPIDO MAMERTINA		Amministratore, Vice-Dirett. « Industrie Calabresi »
MONTI Ing. Carlo (1897) Corso Porta Nuova, 36	MILANO	Ingegnere
MONTICELLI Ing. Carlo (1897) Fuori Porta Garibaldi, 15	PAVIA	Ingegnere elettr.
MORINO Domenico Cap. Artigl. (1910) R. Polverificio sul Liri (Caserta)	LIRI	Capitano Artiglieria, R. Pol- verificio sul Liri
MORONE Ing. Francesco (1907) Via A. Manzoni, 39	MILANO	Ingegnere, libero profession.
MOTTA Ing. Prof. Giacinto (1907) Corso Magenta, 84	MILANO	Ing. Assist. Elettrotecnico R. Istit. Tecnico Sup.
NATHAN Ing. Adolfo (1897) Via Bigli, 15	MILANO	Ing. mecc. Membro Istituto Ing. Mecc. di Londra e del Deutsche Ingenieur Verein di Berlino, Presid. del Consigl. d'Ammin. della Soc. Nathan Ubaldi
NEGRI Ing. Rinaldo (1902) Via S. Radegonda, 10	MILANO	Ingegnere

NEUHAUS Guglielmo (1903) Via Peschiera, 3-5	MILANO	Fabbricante access. per im- pianti elettrici
NICOLINI Ing. Eugenio (1898) 9, Rue de Bruxelles	PARIGI	Ingegnere, Dirett. della Soc. di Elettr. di Parigi
NIETHAMMER Prof. Dr. Ing. Friedr. (1910) Technische Hochschule (Austria)	BRUNN	Ing. Prof. della Technische Hochschule Rat des Patent- gerichtshofes
NIZZOLA Ing. Agostino (1911) Dirett. S. A. « Motor »	BADEN (Svizzera)	Ing. Dir. della S. A. « Mo- tor » (ex-Presid. dell'Ass. Elettrot. Svizzera)
NOBILI Ing. Dino (1903) Via Broggi, 4	MILANO	Ing. Elettr., presso Soc. An. C. G. S. (già Olivetti e C.)
NORSA Ing. Renzo (1905) Via Boccaccio, 5	MILANO	Ingegnere
NUZZACI Ing. Bonaventura (1910) Dirett. Soc. Elettr. Milani	VERONA	Ing. Dir. Soc. Elettr. Milani
ODAZIO Ing. Arnaldo (1904) Corso Magenta, 43	MILANO	Ingegnere
OLIVERI Ing. Angelo (1909) Via C. Cattaneo, 22	LECCO	Dirett. Soc. Idroel. Briantea
OLIVERIO Ing. Guido Arnoldo (1907) Corso Porta Nuova, 9	MILANO	Ing. Ditta E. Marelli e C.
OLIVETTI Ing. Camillo (1904)	IVREA	Ing. Ger. Officina Meccan. Ing. C. Olivetti e C.
OLIVIERI Ing. Marco (1897) Corso Magenta, 80	MILANO	Ingegnere
OMODEO Ing. Angelo (1908) Via Cerva, 39	MILANO	Ingegnere
OREFICI Ing. Cav. Giuseppe (1897) Via Grazie, 6	BRESCIA	Ingegnere
ORLANDO Ing. Salvatore (1912) Via Ludovico Castelvetro 5	MILANO	Ing. Direttore Officina di P. Volta - Società Edison
ORTONA Ing. Angelo (1902) Piazza Vitt. Emanuele, 15	CUNEO	Ingegnere Dir. Soc. Elettrica Olivero e Galliano, Cuneo

OSS Ing. Domenico (1902) Via Paradisi, 5	TRENTO	Ing. Dir. I. R. Scuola Arti e Mestieri di Trento
PADULLI Ing. Luigi (1908) Via Leopardi, 2	MILANO	Ing. Elettr. consocio Studio Ingegneria Industriale
PAGAN Ing. Mario (1899) Corso Buenos Ayres, 14	MILANO	Ingegnere Proc. della Soc. Gadda e C.
PALANDRI Ing. Fabio (1901) Via Settembrini, 1	MILANO	Ingegnere
PANDIANI Ing. Agostino (1912) Piazza Virgilio, 4	MILANO	Ing. del Tecnomasio Italiano Brown Boveri
PANDIANI Ing. Cav. Enrico (1897) Via Boccaccio, 23	MILANO	Ingegnere
PANZARASA Ing. Alessandro (1897) Foro Bonaparte, 42	MILANO	Ing. Studio Elettrotec., Con- sultente
PATROCOLLO Ing. Cav. Vincenzo (1912) Piazza Castello, 19	MILANO	Ingegnere
PAVIA Ing. Giacomo (1910) Piazza Sicilia, 1	MILANO	Ingegnere
PEDOJA Ing. Emilio (1910) Piazza delle Temere, 75	ROMA	Ingegnere
PEDRINI Ing. Francesco Adolfo (1908) Via Plinio, 4	MILANO	Ingegnere elettricista presso la Ditta Pirelli e C.
PEREGO Arturo (1907) Via Giulio Uberti, 20	MILANO	Elettrotecnico Industriale
PESENTI Ing. Guido (1903) Via Ernesto Rossi	BERGAMO	Ingegnere
PESTALOZZA Ing. Paolo (1908) Via Sacchi, 28 bis	TORINO	Ing. Dir. Tec. Soc. Anonima Ferrarese p. trazione, For- za e luce
PETRONE Giovanni (1910) Via Quadronno, 43	MILANO	Elett. Capo Off. Riparto Elet- trico Comp. An. Continen- tale
PIAZZA Cav. Francesco (1897) Foro Bonaparte, 26	MILANO	Dirett. Tecnico nello Stabili- mento Pirelli e C.

PIAZZOLI Ing. Comm. Emilio (1897) Via Solferino, 15 MILANO	Ingegnere
PICCIAFUOCO Ing. Probo (1912) Via G. B. Pergolesi, 16 MILANO	Ingegnere
PICCININI Ing. Eugenio (1907) Via Firenze, 1 MILANO	Ing. Società Edison
PINTO Ing. Antonio (1911) 115, Wadsworth Ave NEW-YORK	Ingegnere Eletttricista - Insegnante di Ingegneria Elettrica in Cooper Union
PIRELLI Alberto (1907) Via Ponte Seveso, 21 MILANO	Industriale, Ger. della Ditta Pirelli e C.
PIRELLI Ing. Comm. Sen. Giov Batt. (1897) Via Ponte Seveso, 21 MILANO	Ing. Senat. del Regno, Ger. Soc. Industr. Pirelli e C.
PIRELLI Dott. Piero (1905) Via Ponte Seveso, 21 MILANO	Dottore Industriale, Gerente della Soc. Pirelli e C.
PISCIA Geom. Federico (1909) BORGOMANERO	Geometra, Dir. della Società Elettr. del Pellino
PIVA Ing. Carlo Andrea (1905) Via Moscova, 40 MILANO	Ingegnere
PIVA Ing. Mario (1908) Via Pontaccio, 19 MILANO	Ing., tecnico pr. l'Uffic. Imp. Idroelettrici di Valtellina
POGGI Gaetano (1897) Via Manzoni, 8 p. 1° SPEZIA	Rappr. Ditt. Franco Tosi, Soc. Ing. V. Tedeschi, ecc.
POGLIANI Mario (1912) Viale Vittoria, 10 MILANO	Capo Tecnico ed elettrotecnico - Tecnico dell'impianto elettrico Comunale di Milano - Riparto Linea di Trasmissione
POLACCO Ing. Aurelio (1908) Tramvie ANCONA	Ing. Dir. della Soc. Tramvie e Imprese Elettriche: - Ancona
POLLAK Ing. Carlo (1904) Piazza Castello, 4 MILANO	Ing. Dir. A. E. G. Thomson Houston
PONTIGGIA Cav. Uff. Ing. Luigi (1898) Foro Bonaparte, 61 MILANO	Ing. Dir. Ass. Ind. d'Italia per prevenire gli infort. del lavoro
PONTREMOLI Ing. Giuseppe (1901) Via Dante, 7 MILANO	Ingegnere

PONZINI Ing. Alfredo (1908)
(Cremona) **SORESINA**

POZZI Ing. Giovanni (1899)
Via dei Cattaneo, 11 **NOVARA**

PRATI Ing. Luigi (1908)
Via Durini, 28 **MILANO**

PRATO PREVIDE Ing. Roberto (1898)
Corso Carlo Alberto, 35 **NOVARA**

PREDAZZI Paolo (1911)
(Reggio Calabria)
OPPIDO MAMERTINA

PRINETTI Ing. Ignazio (1910)
Via Lanzone, 4 **MILANO**

PUTATO Cav. Eugenio (1899)
Via Raff. Sanzio, 4 **BUSTO ARSIZIO**

QUADRIO Ing. Prof. Antonio (1911)
Via Parini, 29 **MILANO**

QUATTRINI Alberto (1911)
Via Quadronno, 41-43 **MILANO**

QUARENA Ing. Giovanni (1899)
(Brescia) **GAVARDO**

RANCATI Arnaldo (1897)
Via Panizza, 6 **MILANO**

REBORA Ing. Gino (1901)
Via Settembrini, 48 **MILANO**

REBOUL Ing. Andrea (1910)
Via della Loggia, 14 **ANCONA**

REINACH Cav. Ernesto (1897)
Via Lario, 90 **MILANO**

REINACHER Cav. Ing. Gustavo (1901)
Piazza Guido Monaco, 19 **AREZZO**

REVEL Ing. Cav. Franco (1910)
Corso Siccardi, 104 **TORINO**

Ingegnere

Ing., Vice-Dir. Ist. Professionale Omar

Ing. Socio Ditta ing. Prati e Martini. Impr. Costruzioni

Ing. Cons. Del. della Soc. Offic. di Ener. Elett., Novara. Cons. della Soc. El. Vigezzina, Sindaco s. della Unione Elettrotecnica Italiana

Elett. tecnico Soc. « Industrie Calabresi »

Ing. Tecnico della Soc. A. E. G. Thomson Houston (Sede di Roma)

Capo Riparto Centrali Soc. Lombarda per distr. energ. elettrica

Ing. Prof. di Fisica al R. Liceo Parini

Tecnico della Comp. Anonima Continentale

Ing., Pres. Elett. Gavardo e amministr. Elett. Benacense

Cons. Deleg. della Soc. Anonima « Rancati-Graner »

Ing. Ind., Elett. Studio Consulenza

Ing. Vice-Dir. Soc. Marchigiana Impr. Elettriche

Industriale, Ger. Soc. Lubrificanti E. Reinach e C.

Ing. Propr. dell'Impr. Illuminazione elett. Arezzo

Ingegnere Elettrotecnico, Cav. Mauriziano e della Corona d'Italia - Consigliere Delegato della Soc. Generale Italiana « Il vetro »

RICCI Ing. Alessandro (1897) (Prov. di Pavia)	MORTARA	Ingegnere
RICCI Ing. Leandro (1908) Altopascio per	ORENTANO (Lucca)	Ing. Soc. per utilizzaz. dei combustibili italiani
RICCIARDI Ing. Filippo (1902) Casella Postale, 6	ANCONA	Specialità in impianti di ven- tilazione industriale
ROCCHINI Ing. Silvio (1897) Via Giuseppe Belli, 2	PAVIA	Ing. Dir. Società Pavese di Elettr. « Alessan. Volta »
RONCALDIER Ing. Aldo (1901) Via Passione, 11	MILANO	Ing., Soc. Gen. Elettr. del- l'Adamello
ROSNATI Ing. Piero (1908) Via Castiglia, 21	MILANO	Ing. presso il Tecnomasio I- taliano Brown Boveri
ROSSI Ing. Comm. Adolfo (1911) Via di Pinti, 93	FIRENZE	Ing. Dir. Gen. della Soc. per le Ferrovie Meridionali
ROSSI Dott. Carlo (1912) Via Leopardi, 29	MILANO	Industriale - Dottore in Chimica - Di- rettore Generale Società An. Officine Elettrochimiche Dott. Rossi.
ROSSI Egidio (1910) Dirett. Consorzio Idro-Elettr. (Bergamo)	DEZZO	Dirett. Consorzio Idroelettr. del Dezzo (Bergamo)
ROSSI Ing. Francesco (1908) Via S. Gregorio, 33	MILANO	Ing. Dir. Soc. Gen. It. Acc. Elettr.
ROSSI Giacomo (1901) Via Principe Amedeo, 11	MILANO	Costruttore macchine
ROSSI Giuseppe di Luigi (1908) Via Oriani, 7	MILANO	Rappresentante, Tecnico
ROSSI Luigi (1897) Piazza Paolo Ferrari, 8	MILANO	Rappresentante, Tecnico
ROULLIER Carlo (1902) Via Quadronno, 41-43	MILANO	Tecn. Comp. An. Continentale
RUBERL Ing. Enrico (1909) Via Canova, 36	MILANO	Ingegnere, Studio Tecnico
RUBINI Ing. Alberto (1906) Via Boccaccio, 32	MILANO	Ing. libero professionista e consulente

RUSSI Ing. Ugo (1901)
Centrale Elettr. (Usina, 15) **GORIZIA**

SACCHI Ing. Egidio (1909)
Via Cesare da Sesto, 10 **MILANO**

SACERDOTE Ing. Adolfo (1899)
Via Boccaccio, 23 **MILANO**

SACERDOTE Ing. Secondo (1902)
Via Solferino, 24 **MILANO**

SALDINI Ing. Prof. Cesare (1897)
Piazza San Giovanni in Conca, 2
MILANO

SALDINI Ing. Guido (1909)
Piazza San Giovanni in Conca, 2
MILANO

SALMOIRAGHI Comm. Ing. Angelo (1897)
Via S. Siro, 9 **MILANO**

SANTERINI Ing. Odoardo (1911)
(Prov. Pisa) **VICOPISSANO**

SARTORI Ing. Prof. Giuseppe (1897)
Aziende Elettriche Municipalizzate
MODENA

SARTORI Ing. Guido (1911)
XX Settembre, 6 D **BRESCIA**

SCARZANELLA Ing. Gino Visentini (1898)
Via Aurelio Saffi, 25 **MILANO**

SCHMIDT Ing. Georg (1909)
(Wernerwerk) **BERLIN-NONNENDAM**

SCOPPOLA Tullio Virginio (1897)
Via G. B. Pergolesi, 19 **MILANO**

SCOTTI Ing. Cav. Uff. Alessandro (1897)
Foro Bonaparte, 45 **MILANO**

SEASSARO Ing. Ernesto (1908)
Via Cavallotti, 80 **PIACENZA**

SEGRE Ing. Salvatore (1906)
Via L. Mascheroni, 17 **MILANO**

Ing. Dirett. Tec. Off. Gas e
Centrale elettr. di **GORIZIA**

Ing. Tecnico dell'Off. Nathan
Uboldi per costruz. in ferro, Milano, **Strada Alzaia Pavese**

Ing. Cons. Del. della Soc. An.
di Elettricità del **Ticino**

Ing. civ. ed elettr. Ger. della Soc. Elettr. Suburbana
Milanese

Ing. Prof. Ord. di tecnologia
meccan. R. Politecnico di **Milano**

Ingegnere consulente

Ing. Industr. strumenti ottica e precisione

Ing. Ind. Elettr. Rapp. con
Studio proprio

Ing. Direttore Aziende Elettriche municipalizzate
di **Modena**

Ing. Elettrotec. Consulente

Ingegnere

Ing. Capo della Ditta Siemens e Halske A. G.

—

Ing. Con. Del. del Soc. Lom.
per distrib. di energia elettrica

Ing., Dir. Officine Elettr. e
Gas di **Piacenza**

Ing. Elettr. Industriale

SEGRE Ing. Ulderico (1911) Bastioni Vittoria, 17	MILANO	Ing. Libero professionista. Ispettore delle F. S. in aspettativa
SEMENZA Ing. Guido (1897) Via Santa Radegonda, 10	MILANO	Ing. Dir. Tecnico Soc. Edison
SEMENZA Ing. Marco (1911) Via Napo Torriani, 16	MILANO	Ingegnere
SERRALUNGA Ing. Ettore (1908) Via Morigi, 6	MILANO	Ing. Ufficio Tecnico Munic.
SHARP Dr. Clayton H. (1911) 80 th. Street and/East End Avenue (U. S. A.)	NEW YORK CYTY	Dottore in fisica
SILVA Ing. Teodolindo (1909) INTROBIO (Lecco)		Dir. della Soc. El. Valsassinese
SIMONCINI Ing. Pietro (1910) Via Milazzo, 17	CREMONA	Ing. Dir. Soc. Brioschi di Imprese Elettriche
SIMONOTTI Ing. Oreste (1908) Dir. Soc. Casalese di Elettricità CASALE MONFERRATO		Ing. Dir. Soc. Generale Casalese di Elettricità
SIOLI LEGNANI Cav. Ing. Steno (1897) Via Vivaio, 11	MILANO	Ingegnere
SIRTOLI Ing. Augusto (1912) Viale Monforte 20	MILANO	Ing. della Società Italiana Siemens-Schukert di Elettricità
SODANO Ing. Carlo (1899) Corso Umberto I, 46 bis ASCOLI PICENO		Ing. Dir., Impianto Idroelettrico del Tronto
SOMAINI Cav. Francesco (1899) LOMAZZO (Prov. di Como)		Propr. Cottonificio Somaini
SONCINI Ing. Gino (1898) Via Garibaldi, 45	LODI	Ingegnere
SORAGNI Ing. Tullo (1901) Via Rose, 14	BRESCIA	Ing. della Soc. Elettr. Bresciana
SORDELLI Ing. Emilio (1910) Via Boccaccio, 4	MILANO	Ing. Capo delle Off. A. E. G. Thomson Höstön, Soc. Ital. di Elettr.

SOSPIZIO Cav. Uff. Ing. Enrico (1899) Via Isella, 1	TRIESTE	Ing. Dir. delle Off. Gas ed E- lettricità
SOSSICH Ing. Antonio (1897) Via Brera, 11	MILANO	Ingegnere
SPINELLI Ing. Francesco (1908) Via Ghislanzoni, 14	LECCO	Ispettore incaricato del Man- tenimento Impianti elettrici Valtellinesi
STABILINI Ing. Menotti (1905) Corso Venezia, 68	MILANO	Ing. El. Dir. Agenzia Sinda- cato lampade elettriche
STAMPA Ing. Osvaldo (1909) (Lago di Como)	GRAVEDONA	Ing. addetto all'impianto I- droelettrico di Grossotto
STAÜBLE Ing. Alfredo (1912) Viale Venezia, 20	MILANO	Ing. presso la Società d'E- lettricità Siemens-Shukert
STEINER Ing. Oscar (1902) Via Cernaia, 2	MILANO	Ing. Ger. Ditta Bianchi Stei- ner e C.
STIGLER Comm. Ing. Augusto (1897) Via Galileo, 45	MILANO	Ingegnere, industriale
STUCCHI PRINETTI Ing. Luigi (1904) Via Tortona, 11-D	MILANO	Ing. Ind. Mecc. Proc. Gener. della Ditta Stucchi e C.
STURANI Ing. Enrico (1897) Via Plebiscito, 9	MILANO	Ing. Add. al Gabinetto Elettr. St. Pirelli e C. in Milano
TACCANI Ing. Alessandro (1909) Via Spiga, 32	MILANO	Dirett. Soc. Forze Idrauliche Trezzo Consigliere Delegato Soc. Martesana per distribuz. di Energia Elettrica
TALLERO Cav. Ing. Emilio (1905) Piazza Castello, 26	MILANO	Ing. Cons. Del. delle Officine Elettro-Ferrovie
TALLERO Cav. Ing. Ugo (1910) Via Aurelio Saffi, 32	MILANO	Ing. Cons. Del. Soc. An. Off. El. Ferrovie di Milano
TARANTA Ing. Giov. A. (1908) Via Caserma Angelini, 15	AQUILA	Ing. Dir. dell'Imp. Elettr. di Aquila (Union. Eser. Elett.)
TARLARINI Cav. Ing. Carlo (1897) Piazza S. Maria delle Grazie, 1	MILANO	Ing. Dir. della Soc. It. Erne- sto De Angeli per la Ind. dei tessuti stampati
TEDESCHI Rag. Edoardo (1908) Via Tamburini, 14	MILANO	Rapp. Soc. An. Ing. V. Tede- schi e C. di Torino, cond. Elett.

TESSARI Ing. Antonio (1910) Foro Bonaparte, 51	MILANO	Ing. Industriale
TOLUSSO Guido (1908) Via Carducci, 13	MILANO	—
TOMASICCHIO Raffaele (1912) Viale Romana, 16	MILANO	Elettrotecnico, impiegato della ditta Marelli e C.
TORCHIO Filippo (1902) Duane Street, 55 (City)	NEW YORK	Chief Electrical Engineer of the New-York Edison Company
TREMONTANI Ing. Comm. Vittorio (1906) Via Ausonio, 6	MILANO	Ing. Dir. Soc. Elettr. e Elettrochimica del Caffaro
TRONA Cav. Ing. Vittorio (1897)	MONDOVI-BREO	Ing. Ger. Soc. Monregalese El. Ing. Trona Vitt. e C. luce e forza Mondovì e dint.
UBALDI Ing. Marte (1912) Corso Magenta, 82	MILANO	In. Imprese Elettriche Conti
URBAN Ing. Henry (1908) 443 Avenue de Tervueren (Belgio)	BRUXELLES	Ing. El. Administrateur Soc. Belge d'Entreprises elettr.
VACCARI Cav. Pietro (1912) Via Vivavio, 4	MILANO	Commerciante - Socio della Società Ferrari, Negroni e Vaccari
VALENTINI Ernesto (1897) Via Donizetti, 36	MILANO	Elettrotecnico, Vice-Dir. delle Tramvie di Milano
VALENTINI Ing. Luigi (1911) Via Maestri, 2	MILANO	Ing. Elettrict. della Soc. It. Siemens-Shukert
VALLARDI Ing. Antonio (1908) Via Moscova, 40	MILANO	Ing. Ed., Proc. della Ditta A. Vallardi
VANNOTTI Ing. Ernesto (1903) Via Montebello, 39	MILANO	Ing. Dir. Tecnomasio Ital. Brown-Boveri
VASCONI Ing. Italo Roberto (1910) Via Broggi, 6	MILANO	Ing. della Soc. Edison C. Grimaldi e C.
VENZAGHI Achille (1904) Via Mazzini, 13	BUSTO ARSIZIO	Ind. Cotoni
VENZACHI Giovanni (1906) Via Mazzini, 13	BUSTO ARSIZIO	Dirett. tessitura di cotone

VIAL Ing. F. Feliciano (1910) Via Quadronno, 41	MILANO	Ing. Dir. Comp. An. Continen.
VIGLIA Ing. Ettore (1903) Barriera Nino Bixio	PARMA	Ing. Dir. delle Tram. Elettr. Parmensi
VILLA Ing. Giuseppe (1903) Vicolo Ballerino	BRESCIA	Ingeg. servizi munic. dal Co- mune di Brescia
VISMARA Ing. Arturo (1910) Via Fatebenefratelli, 13	MILANO	Ing. professionista
VITALE Ing. Maurizio (1897) Via S. Gregorio, 33	MILANO	Ingegnere
WEIL Edoardo (1897) Via Vincenzo Monti, 4	MILANO	Industriale
WEINBERGER Ing. Romano (1912) Via Settembrini, 40	MILANO	Ing. Elettrotecnico, Capo del Riparto Trazione della So- cietà Ital. Siemens-Schu- kert
ZANABONI Paolo (1910) Via Plana, 45	VOGHERA	Elettrotec. Dir. Soc. An. di Elett. Valle Staffora
ZANI Ing. Paolo Arnaldo (1908) 219 Rue de Vaugirard	PARIS	Ingegnere
ZANNONI Ing. Vittorio (1899) (Treviso) CASTELFRANCO VENETO		Ing. Dir. Soc. Elettr. V. Ri- naldi e C.
ZAPPA Ing. Goffredo (1909) Via P. Umberto, 27	MILANO	Ingegnere
ZERBI Ing. Aldo (1910) Viale Magenta, 14	MILANO	Ing. Capo dell'Isaria Zahler- werke
ZORZOLI Ing. Marcello (1899) Baluardo Q. Sella, 34	NOVARA	Ingegnere
ZULETTI Ing. Lucio (1912) Via Principe Umberto, 17	MILANO	Ing. presso la Società Italia- na Oerlikon
ZUNINI Cav. Uff. Ing. Prof. Luigi (1897) Foro Bonaparte, 49	MILANO	Ingeg., professore

SOCI COLLETTIVI

« A. E. G. Thomson Houston »
Soc. Ital. Elett. (1899)
Piazza Castello, 4 MILANO

« L'Agognetta » Soc. An. per Ind. Elett.
(1897) SANNAZZARO dei BURGONDI

Assoc. fra Esercenti Imprese Elett. (1899)
Via S. Radegonda, 10 MILANO

Assoc. Tramviaria Italiana (1902)
Via Nirone, 21 MILANO

Azienda Elettrica Municip. (1911)
Via della Signora, 6 MILANO

Bianchi, Muggiani e Sutermeister (ditta)
(1903) INTRA

Cotonificio di Trobaso (1908)
INTRA

Crespi Comm. Cristoforo Benigno (1897)
Via Borgonuovo, 18 MILANO

Ditta C. G. S., Soc. Anonima per Istr.
Elett. già Olivetti e C. (1910)
Via Broggi, 4 MILANO

Galimberti G. B e Figli - Tess. Lino (1903)
(Prov. di Como) OSNAGO

Tessit. di lino mossa da forza
idraul. ott. in 6 picc. centr.
(HP. 420) traspor. da 7 chil.
ad Osnago

Hartmann e Braun A. G. (1898)
Via Moscova, 40 MILANO

Hensemberger Giov., industriale (1897)
Via Senato, 14 MILANO

Impianto Elett. Municipalizz. Com. di
Cremona (1910) CREMONA

Ing. A. Riva e C. (1897)
Via Savona, 58 MILANO

Ing. Carlo Camuzzi e C. (1912)
Via Cappuccio, 14 MILANO

Ing. Nicola Romeo e C. (1905)
Foro Bonaparte, 35 MILANO

Linificio e Canapificio Nazionale (1899)
Via Bigli, 10 MILANO

Manif. Festi Rasini, Filatura di Cotone
(1905) Corso Venezia, 28 MILANO

MARELLI Ercole e C. (1910)
Via S. Radegonda, 10 MILANO

Ing. MARIOTTI, MONTANARI e C. (1911)
Via Boccaccio, 16 MILANO

Monitore Tec. (II) Periodico Tec. (1897)
Via Gabrio Serbelloni, 7 MILANO

Offic. Comunale Gas ed Energia Elettrica
(1901) COMO

Officine Elettriche dell'Isonzo (1906)
TRIESTE

Officine G. Galatti (1899)
Piazza Poste, 2 TRIESTE

Officine Metallurgiche Togni (1910)
Via Orzinuovi BRESCIA

Pirelli e C. (1897)
Via Ponte Seveso, 21 MILANO

Società Anonima di Costruzioni Elettriche
e Meccaniche, già Turrinelli e C. (1905)
Via Spontini, 5 MILANO

Soc. Anon. per Imprese Elett. Conti (1904)
Corso Magenta, 82 MILANO

Società Anonina Brown - Boveri e C.
(1899) BADEN (Suisse)

Società in Accomandita per
Azioni per Impianto ed
Esercizio di Pubblici Ser-
vizi

Filatura di cotone

Società Anon. Forniture Elettriche (1909)
Via Castelfidardo, 7 MILANO

Soc. An. Ital. Isolatori Folembrey (1910)
Via S. Giov. sul Muro, 25, MILANO

Società Ceramica Richard-Ginori (1901)
Strada Provinc. Vigevanese MILANO

Società Elettrica Bresciana (1897)
BRESCIA

Società Elettrica Comense « A. Volta »
(1901) Piazza Volta, 9 COMO

Soc. Gen. Elett. dell'Adamello G. E. A.
(1907) Corso Magenta, 82 MILANO

Soc. Gen. Italiana Edison di Elett. (1897)
Via S. Radegonda, 10 MILANO

Soc. Idroelettrica Italiana (1912)
Via Victor Hugo, 4 MILANO

Soc. Idroelettrica Ligure (1912)
Foro Bonaparte, 37-A MILANO

Soc. Italiana dei Cementi e delle Calci
idrauliche — Società Riunite: Società
Italiana e Fratelli Pesenti fu Antonio
(1897) (Bergamo) ALZANO MAGG.

Scuola Naz. Industriale A. Rossi (1897)
Dir. Boccardo Ing. Cav. Uff. Ernesto
Carlo
S. Corona, 932-6 VICENZA

Soc. Varesina per Imprese Elettr. (1904)
Via Mazzini, 3 VARESE

Soc. d'Incoraggiamento Arti e Mestieri
(1901) Via S. Marta, 18 MILANO

Fabbriche di porcellane e
gres

Società Industr. Elettro-chimica di Pont
St. Martin (1901)
Via Quintino Sella, 3 MILANO

Soc. Ital. di Elettr. Siemens - Schuckert
(1904) Viale Venezia, 20 MILANO

Soc. Ital. « Ganz » di Eletticità (1910)
Via Solferino, 15 MILANO

Società Ital. già Siry Lizar e C., di Siry
Chamon e Comp. (1901)
Prolungam. Via Savona, 36 MILANO

Società Italiana Langen e Wolf (1897)
Via Padova, 15 MILANO

Anon. Cap. 4.000.000 intera-
mente versato. Fabb. di mo-
tori a gas « Otto »

Società Italiana Oerlikon (1897)
Via Principe Umberto, 17 MILANO

Soc. Ital. Ernesto De 'Angeli per l'ind.
dei tess. stampati (1897)
Corso Vercelli, 135 MILANO

Soc. Lomb. per Distrib. di Energia Elettr.
(1901)
Via Princ. Umberto, 17 MILANO

Soc. Martesana per distrib. Energ. Elettr.
(1899)
Via Victor Hugo, 1 MILANO

Soc. Pavese di Eletticità A. Volta (1899)
Anonima Cooperativa
Via Mazzini, 4 PAVIA

Soc. An. per le forze idr., Trezzo s. Adda
(1904) « Benigno Crespi »
Via Victor Hugo, 1 MILANO

Società per le Forze Motrici dell'Anza
(1906)
Piazza Castello, 23 MILANO

Società per lo sviluppo delle Imp. Elettr.
in Italia (1899)
Via Victor Hugo, 1 MILANO

Società Anonima « *Orobia* » (1908)
LECCO

Soc. Elettrica Ossolana (1908) INTRA

Tecnomasio Italiano Brown-Boveri (1903)
Via Castiglia, 21 MILANO

Tosi Franco (1901)
Via Vitt. Em., 28 LEGNANO

Tramvie Elettriche della *Spezia*
Società Italiana di Industrie Elettriche
SPEZIA

Unione Esercizi Elettrici (1912)
Corso Magenta, 82 MILANO

Unione Telefonica *Lombarda* (1902)
Via S Orsola, 1 MILANO

Per Esercizio Gas, Elettrici-
tà, Acqua potabile. Sede in
Lecco, Capit. L. 8 milioni
interamente versato

Costruzione Macchine Dina-
mo-Elettriche

Anonima - Sede in Milano -
Capitale 15.000.000 - Ver-
sato 10.000.000

SEZIONE DI NAPOLI

Via Nardones, 113

CONSIGLIO DIRETTIVO

Presidente: LOMBARDI Ing. Prof. Cav. LUIGI
Vice-presidente: PIZZUTI Ing. Prof. MICHELE
Cassiere: SAGGESE Ing. ACHILLE; *Segretario:* MASSARI Ing. MARINO.
Consiglieri: BOUBÉE Ing. Prof. Comm. F. C. PAOLO; FERRARI Ing. CARLO; INDACO Ing. Prof. VINCENZO; RAGNO Ing. Prof. SAVERIO; LIGUORI Ing. PIRRO; RUFFOLO Ing. FRANCESCO.
Consiglieri delegati alla Sede Centrale: CURTI Ing. Cav. CAMILLO ALBINO; BONGHI Ing. Cav. MARIO; GRANAFEI Ing. ASLAM; VALLAURI Ing. Prof. GIANCARLO.

SOCI INDIVIDUALI

ACQUAVIVA Ing. Coppola G. A. (1904) Piazza Amedeo, palazzo prop. NAPOLI	Ingegnere
AGLIETTA Biagio (1911) Capo Tecnico Tusciano SALERNO	Capo Tecnico Tusciano
AMATO Ing. Tito (1909) Corso Garibaldi, 57 NAPOLI	Ingegnere
AMICARELLI Cav. Francesco (1907) R. Scuola Industr. BENEVENTO	Prof. di elettrotec. Dir. della R. Scuola Industriale
ARATA Ing. Giovanni (1912) Via Cappellavecchia, 31 NAPOLI	Ingegnere.
ARIOLA Luigi (1902) Belledonne a Chiaia, 9 NAPOLI	Capitano Artiglieria
ASTUNI Ing. Giuseppe (1904) Parco Margherita, 23 NAPOLI	Ingegnere
AZZI Ing. Alberto (1909) Incoronata, 24 NAPOLI	Ing. Soc. Nap. Imp. Elettr.
BARMETTLER Ing. Raffaele (1911) S. Giuseppe dei Nudi, 47 NAPOLI	Ingegnere

BARTOLI Ing. Guido (1910)
Via dei Mille, 40 **NAPOLI**

BASEVI Ing. Augusto (1903)
Via XX Settembre, 1 **PADOVA**

BEATO Ing. Alfonso (1897)
Via Giovanni Bausan, 60 **NAPOLI**

BEDESCHI Ing. Alfredo (1910)
Società Tram Napoletani **NAPOLI**

BELLET Ing. Domenico (1912)
Rione Amedeo, 91 **NAPOLI**

BERNER Ing. Guglielmo (1903)
(Caserta) **PIEDIMONTE D'ALIFE**

BOLOGNINI Alfonso (1911)
Gerente Officina Elettrica **POTENZA**

BONGHI Ing. Cav. Uff. Mario (1897)
Parco Margherita, 5 **NAPOLI**

BOUBÈE Ing. Comm. F. C. Paolo (1897)
Via Municipio, 18 **NAPOLI**

BREGLIA Ing. Carlo (1907)
Via Trinità degli Spagnuoli, 31
 NAPOLI

BREGLIA Ing. Ernesto (1898)
Via Trinità degli Spagnuoli, 31
 NAPOLI

BRUN Ing. Stefano (1907)
(Napoli) **TORRE ANNUNZIATA**

BUONOMO Ing. Giacomo (1907)
Via Monteoliveto, 12 **NAPOLI**

CALLARI Ernesto (1911)
Vicoletto Avvocata a Piazza Dante, 2
 NAPOLI

Ing. Tenente di Vascello

Elettrotecnico (già Direttore della Società dei telefoni) Costruzioni impianti telefonici.

Ingegnere

Ing. Trams Napoletani-Torretta

Ingegnere

Ingegnere, Cotonificio

Gerente Off. Elettrica

Ing. Amm. Deleg. Soc. Elett. della Campania, Soc. Idro-elett. Medio Calore Consul. Soc. Gen. per illumin. Soc. Merid. di Elett. ed Imp. Eserc. Elett.

Ing. Prof. Ord. della R. Scuola Superiore Politecnica

Ingegnere

Ing. Municip., Assistente, R. Sc. Super. Politecnica

Ing. Soc. Appl. Elett.

Ing. Compon. ditta Ing. Buonomo e Utili

CALVELLO Ing. Francesco (1899) Rampe Brancaccio - Pal. proprio NAPOLI	Ingegnere
CAMERA Ing. Santolo (1909) AMALFI	Ingegnere
CAMPOLONGO Ing. Michele (1912) R. Genio Civile (Servizio idraulico) COSENZA	Ingegnere
CANDIA Mario (1909) Corso Umberto, 34 NAPOLI	Rappresentante
CANGIA Ing. Giuseppe Domenico (1908) Piazza Montedidio, 1 NAPOLI	Ing. Dir. Ente Auton. Volt.
CANTAGALLI Alberto (1910) Piazza S. Pietro (Caserta) S. MARIA C. V.	Elettrotecnico
CAPPUCCIO Carlo (1910) Via Gagliani a S. Chiara, 2 NAPOLI	Elettrotecnico
CAPUANO Comm. Maurizio (1898) Riviera di Chiaia, 264 NAPOLI	Amm. Del. Soc. Gen. d'illum.
CARELLI Ing. Alfonso (1902) Ponte di Chiaia, 103 NAPOLI	Ing. Isp. Ferr. dello Stato
CASSITTO Ing. Umberto (1897) Galleria Umberto I, 83 NAPOLI	Ing. Capo Società Vesuvia- na del Gas
CATALANO Ing. Giorgio (1910) Posillipo, 394 NAPOLI	Ingegnere Ente Autonomo " Volturmo "
CATEMARIO DI QUADRI Enrico (1907) Monte di Dio, 1 NAPOLI	Tenente R. Carab. —
CATTORI Comm. Michelangelo (1897) CASTELLAMMARE DI STABIA	Officine meccaniche
CAVALCANTI March. Giuseppe (1910) Soc. Gen. Via Marina NAPOLI	Dirett. Soc. Gen. d'illum.

CENTONZE Ing. Angelo (1898) ALTAMURA	Ing. Eletttricista
CICALA Ing. Raffaele (1911) MELITO DI NAPOLI	Ingegnere della Soc. Gen. per la Illuminazione di Napoli
CIPRIANI Riccardo (1912) Società Nap. p. imprese elettriche NAPOLI	Capitano di fregata R. M.
CONFORTI Ing. Gennaro (1910) (Prov. di Salerno) MAIORI	Ingegnere
CONZO Ing. Vincenzo (1909) Magnocavallo, 78 NAPOLI	Ingegnere
COPPOLA Ing. Giovanni (1912) Magnocavallo, 26 NAPOLI	Ing. presso la Soc. Imprese elettr. ed automobili G. Lo Cascio e C.
COPPOLA Ing. Mario di Ciro (1904) Piazzetta Nilo, 7 NAPOLI	Ingegnere dell'Ente Autono- mo « Volturmo »
COSTA Ing. Gregorio (1903) Via Tribunali, 194 NAPOLI	Ing. Prof. nel R. Istit. Tecni- co di Napoli
CURATO Ing. Roberto (1901) (Foggia) LUCERA	Ingegnere
CURTI Ing. Cav. Camillo Albino (1906) Via Nardones, 113 NAPOLI	Ing. Ispettore Capo Ferrovie dello Stato
CUSANI Ing. Marcello (1912) Salvator Rosa, 41 NAPOLI	Ingegnere
D'AGOSTINO Ing. Cav. Uff. Gustavo (1903) Via Satriano, 5 NAPOLI	Ing. Capo Divisione delle Fer- rovie dello Stato
DE ANGELI Ing. Roberto (1904) Via Cappella Vecchia, 11 NAPOLI	Ing. Soc. dei Tramw. Prov.
DE BIASE Ing. Prof. Luigi (1902) Via Broggia, 11 NAPOLI	Ing. Prof. Assist. di mecc. ap- plic. alle macchine nella R. Scuola Superiore Politec- nica
DE FALCO Enrico (1911) NOLA	Società Nolana Imprese Elet- triche

DE FONSECA PIMENTEL Ing. Feder. (1912) Via Monte di Dio, 54 NAPOLI	Ingegnere.
DE GIACOMO Ing. C. Alberto (1912) Via Pignatelli, Palazzo Belvedere NAPOLI	Ingegnere della Soc. Elettrica della Campania
DE LA GRENNELAIS Ing. Annibale (1900) Egiziaca a Pizzofalcone, 11 NAPOLI	Ing. civile ed elettrotech., Ditta C. ed E. Foà
DE MARTINIS Ing. Rodolfo (1909) Officine Westinghouse VADO LIGURE	Ingegnere Capo Sala Prove off. Westinghouse
DE NICOLA Ing. Gaetano (1903) S. Sebastiano, 69 NAPOLI	Ingegnere
DE PORCELLINIS Ing. Ettore (1910) Salita Incisa, 7 SAVONA	Ingegnere
DE SIMONE Ing. Francesco (1904) S. Anna dei Lombardi, 16 NAPOLI	Ingegnere
DE VECCHI Ing. Fosco (1911) Villa Poggio Pini - Via Chiantigiana SIENA	Ingegnere
DI LIDDO Salvatore (1912) Vico Lungo Montecalvario, 59 NAPOLI	Elettrotecnico presso la Soc. Impr. elettr. e automobili G. Lo Cascio e C.
D'ORSO Ing. Cav. Uff. Gustavo (1897) Riviera di Chiaia, 287 NAPOLI	Ingegnere Capo Sezione Mu- nicipio di Napoli
ELLER VAINICHER Luigi (1910) S. Caterina da Siena, 9 NAPOLI	Ingegnere
ELIA Ing. Washington (1906) Largo Donnaregina, 4 NAPOLI	Ing. Capo Sez. Uff. Tecn. Mun.
ERCOLE Ing. Eugenio (1912) R. N. « Sardegna » Ministero Marina ROMA	Tenente di vascello R. M.
ESPOSITO Ing. Francesco (1910) Vico 2° Montecalvario, 34 NAPOLI	Ingegnere
FAGO Ing. Edoardo (1909) Rione Sirignano, 9 NAPOLI	Ingegnere Elettrotecnico pres- so Soc. Generale per la Il- luminazione

FERRARI Ing. Carlo (1899) Via Cimarosa, 1 (Vomero) NAPOLI	Ing. Soc. Gen. Illuminazione
FIORANI Ten. Vasc. Tito (1912) Ministero Marina ROMA	Tenente di Vascello nella R. Marina.
FIGLIO Gennaro (1912) Officina Pietrarsa (Napoli) S. GIOVANNI A TEDUCCIO	Ingegnere
FIGLIO Ing. Giuseppe fu Dario (1910) Corso Umberto, 132 NAPOLI	Ing. Cantiere Armstrong
FIGLIO Ing. Icilio (1897) Via S. Carlo, 9 bis NAPOLI	Ingegnere
FRANCESETTI di Mezzenile Giulio (1910) Via A. Scarlatti, 60 NAPOLI	—
FRASSETTI Ing. Francesco (1911) Strada S. Lucia, 107 NAPOLI	Ispettorato Ferr. dello Stato
FREDIN Ing. Carlo (1901) Piazza Amedeo, 12 S. MARIA C. V.	Ing. Società Meridionale
FROEHLICH Ing. Federico Piazza Principe di Napoli, 2 NAPOLI	Ingegnere
FROGGIO Ing. Giacinto fu Domenico (1910) (Salerno) NOCERA INFERIORE	Ingegnere
GALLI Ing. Eugenio (1897) Via S. Agostino degli Scalzi, 5 NAPOLI	Ing. Prof. di Idraulica e To- pog.
GARGANO Carlo (1911) Carrozzeri alla Posta, 37 NAPOLI	Capit. Artigl.
GARGANO Ing. Cesare (1909) (Aquila) CASTEL DI SANGRO	Ingegnere
GASPARI Chinaglia Achille (1911) Ministero Marina ROMA	Tenente di Vascello
GAULIS Ing. Alfredo (1903) Soc. Franco Suisse (Svizzera) GENEVE	Ingegn. Dirett. agg. Società Franco Suisse
GIORDANO Ing. Carlo (1904) Via Indipendenza, 14 SALERNO	Ingegnere

GIRACE Francesco (1909) Via Nardones, 106	NAPOLI	Rappresentante
GIULIANI Ing. Giuseppe (1903) Guantai Nuovi, 39	NAPOLI	Ingegnere
GIUNCHEDI Ing. Italo (1912) Soc. Elettrica della Campania	CASERTA	Capo dell'Esercizio della Soc. Elettr. della Campania
GRANAFEI Ing. Aslan (1910) Riviera di Chiaia, 124	NAPOLI	Ingegnere
GRANNIELLO Ing. Gennaro (1911) Via Foria, 25	NAPOLI	Ingegnere
GRASSI Comm. Alfredo (1907) Largo Vasto a Chiaia, 67	NAPOLI	Ing. Soc. Nap. Impr. Elett.
GUERRERI Ing. Antonino (1905) Arsenale di	SPEZIA	Ing. nel Laborat. elettr. Ar- senale di Spezia
INDACO Ing. Vincenzo (1909) R. Scuola di Arti e Mestieri « L. Vanvitelli »	NAPOLI	Dirett. Scuola di Arti e Me- stieri « L. Vanvitelli » in Napoli
JOUNG Ing. Lamont (1903) Rione Amedeo, 145	NAPOLI	Ingegnere
LEBANO Ing. Alfredo (1909) Corso Garibaldi, 234	NAPOLI	Ingegnere
LE COULTRE Ing. Elie (1911) Vico Brancaccio, 8	NAPOLI	Società Merid. di Elettr.
LIEBE Federico (1907) Direz. Art. e Arm. R. Arsen.	SPEZIA	Tenente di Vascello
LIGUORI Ing. Cav. Pirro (1903) S. Aspreno 13	NAPOLI	Ingegnere Soc. Ligure Toscana di elettricità
Lo CASCIO Cav. Gius. (1903) Via S. Carlo, 16	NAPOLI	Gerente Società Imprese elet- triche ed automobili
LOMBARDI Ing. Prof. Cav. Luigi (1898) Via S. Lucia, 173	NAPOLI	Ing. Prof. di elettrotecn. e fisica tecn. nella R. Scuola Superiore Politecnica

LUZZATTI Ing. Cesare (1909)	SAVONA	Ingegnere
MACARI Oreste (1911) Impresa elettrica	CASSINO	Impresa Elettrica
MAFFEZZOLI Ing. Alfonso (1909) Uff. Ispett. Ferrovie Circolo di	NAPOLI	Ingegnere del Genio Civile
MAGLIONE Ing. Gerolamo (1910) Monte di Dio, 1	NAPOLI	Ingegnere
MALVOLTI Ing. Vincenzo (1900) Arena alla Sanità, 16	NAPOLI	Ing. Studio Tecnico Ind.
MANDOLESI Ing. Giovanni (1911) Palazzo Reale	NAPOLI	Ingegnere
MARTINEZ Giuseppe (1909) S. Lucia, 64	NAPOLI	Tenente di Vascello
MARTORELLI Ing. Cav. Pietro (1897) Piazzetta del Leone a Mergellina 1	NAPOLI	Ing. Mecc. Amministrat. del. della Soc. Napolet. Ascen- sori
MASSARI Ing. Marino (1912) Corso Vitt. Em. 416	NAPOLI	Ingegnere, Assistente di Elet- trotecnica nella R. Scuola Superiore Politecnica
MASTRANGELO Ing. Vincenzo (1903) Via Municipio, 18	NAPOLI	Ingegnere Capo dell'A. E. G. Thomson Houston, Uff. di Napoli
MASTROSTEFANO Ing. Domenico (1903) Mancinelli a S. Potito, 31	NAPOLI	Ing. Elettricista
MELAZZO Ing. Giovanni (1903) Corso Vittorio Emanuele, 661	NAPOLI	Libero doc. di elettrotecnica ed Ing., Assist. nella Regia Scuola Super. Politecnica
MESSINA Ten. Generale Giuseppe (1911) Strada Concordia, 41	NAPOLI	Tenente Generale nel Regio Esercito
MINOZZI Ing. Cav. Achille (1901) Via Mergellina, 206	NAPOLI	Ingegnere
MOROSO Ing. Dante (1907) Via Torino, 87	NAPOLI	Ing. Soc. Gen. Imp. Elettr.

MUGGIA Ferruccio (1909) Piazza della Borsa, 29	NAPOLI	Studio tecnico industriale
NASCIA Ing. Alfredo (1897) R. Arsenale	SPEZIA	Ing. ind. elet. Ing. labor. Elettrotecnica R. Arsenale
NOBILE Ing. Umberto (1910) Corso Umberto, 154	NAPOLI	Ingegnere
ORSINI Ing. Augusto (1909) TORRE ANNUNZIATA (Napoli)		Ingegnere
PALLADINO Alfonso (1907) SALA CONSILINA		Industriale, Concess. impianto idro-elett. di Vallo di Diana
PANTALEO Ing. Luigi (1912) Corso Garibaldi, 246	NAPOLI	Ingegnere
PASCUCCI Ing. Luigi (1911) (Napoli) S. GIOVANNI A TEDUCCIO		Ingegnere Comp. Vesuviana del Gas
PERNA Ing. ALBERTO (1901) Corso Umberto I, 106-108	NAPOLI	Ing. Rapp. Soc. It. Ganz di Elettricità
PERROCHET Ing. Paolo St. Albangraben, 2	BASILEA	Direttore aggiunto della Banca Svizzera delle Ferrovie
PERSICO Ing. Arturo (1912) Via S. Pasquale - Villa Sorrenti	NAPOLI	Ingegnere dell'Ente Autonomo « Volturmo »
PIZZUTI Ing. Michele (1897) Officina Elettrica Via Marina	NAPOLI	Ing. Capo Serv. Off. Soc. Gen. d'illumin.
QUARANTINO Ing. Giovanni (1911) Borgo S. Antonio Abate, 221	NAPOLI	Ingegnere
QUINTO Riccardo (1910) Parco Margherita, 90	NAPOLI	Segr. Soc. Gen. d'Illum.
RAGNO Ing. Saverio (1897) Via Arena alla Santità, 16	NAPOLI	Ing. Ispettore Ferrovia dello Stato, Prof. Tecnologie meccaniche e imp. ind. R. Scuola Superiore Politecnica
RICCO Ing. Alfredo (1903) Via Tasso, 40	SALERNO	Ing. Ufficio tecnico comun.

TARTAGLIONE Mario (1910) Officine Westinghouse		Elettrotecnico
	VADO LIGURE	
TOLLIS Ing. Giovanni (1912) Via Nazionale, 107	NAPOLI	Ingegnere elettrotecnico
TROJA Ing. Ottorino (1910) R. Corpo Genio Civile	NAPOLI	Ingegnere
UTILI Giuseppe (1898) Via Monteoliveto, 12	NAPOLI	Elettrotecnico, Componente la Ditta Buonomo e Utili
VALENTINI Ing. Valentino (1906) S. Lucia, 135	NAPOLI	Ing. Dirett. Soc. Impr. Elett. ed Automob. G. Lo Cascio e Co.
VALLAURI Ing. Prof. Giancarlo (1909) S. Lucia, 173	NAPOLI	Ing. Ass. R. Sc. Sup. Politec- nica
VALLAURI Ing. Riccardo (1909) Pestalozzi Str., 105		Ingegnere elettrotecnico
	BERLIN-CHARLOTTENBURG	
VALERY Ing. Nicola (1911) Via Satriano, 5	NAPOLI	Ingegnere
VANZI Ing. Ivo (1910) S. Lucia, 106	NAPOLI	Ingegnere
VENDITELLI Ing. Luigi (1909) CASTEL DI SANGRO (Aquila)		Ingegnere
VIGO Ing. Dott. Francesco (1906) Vico 1° S. Maria in Portico, 77	NAPOLI	Ing. Società Gen. d'Illumin. Capo servizio distrib.
VITALI Ing. Vittorio (1903) Ufficio Fortificazioni	BELLUNO	Ing. Ufficio Fortificazioni
VOLPATO Enrico (1911) S. Brigida 33	NAPOLI	Ditta Richard Ginori
ZENI Ing. Tancredi (1909) Piazza della Borsa, 29	NAPOLI	Ingegnere

SOCI COLLETTIVI

DALMEDICO e C., procuratori Società
Elettrodinamica (1909)
Via G. Sanfelice, 33 NAPOLI

G. De' Rossi e C. Società Meridionale Ind.
Elettr. (1897)
(Napoli) SARNO

Soc. Anon. delle Ferrov. del Vomero
(1903) - (Vomero) NAPOLI

Società Generale d'Illuminazione (1897)
Via Paolo Emilio Imbriani NAPOLI

Società Meridionale di Eletticità (1903)
Via Paolo Emilio Imbriani NAPOLI

Società Napoletana Imprese Elettr. (1901)
Via Paolo Emilio Imbriani NAPOLI

Società Tramvie di Capodimonte (1901)
 NAPOLI

Società Tramways Napoletani (1897)
(Torretta) NAPOLI

Società Elettr. della Campania (1909)
Parco Margherita, 5 NAPOLI

Società per Applic. di Energia Elettrica
TORRE ANNUNZIATA

Società Elettr. Mezzogiorno d'Italia
 NOCERA INFERORE

Soc. An. Strade Ferrate Second. Merid.
Corso Garibaldi NAPOLI

Ente Autonomo «Volturno » (1912)
Piazza Municipio 37, NAPOLI

SOCI STUDENTI

AMENDOLITO Francesco (1912) Vomero Villa Pane	NAPOLI
CECERE Enrico (1911) (Avellino)	CHIANCHE
CEGLIE Michele (1912) Via G. Pica, 18	NAPOLI
CONFLENTI Raffaele (1912) Stufa Sangiorgio, 16	NAPOLI
CONZO Gino (1910) Magnocavallo 78	NAPOLI
FRANCESCHELLI Fabrizio (1912) Via Tarsia, 3	NAPOLI
GRANATA Mario (1912) Via Macedonio Melloni, 3	NAPOLI
PANTALEO Vittorio (1909) Via Pace, 27	NAPOLI
PASANISI Mario (1912) Riviera di Chiaia, 257	NAPOLI
POMILIO Ottorino (1911) Cisterna dell'Olio, 13	NAPOLI
RUFFOLO Ernesto (1905) Strada Nuova Capodimonte, 172	NAPOLI
SCARLATO Guglielmo (1912)	SCAFATI
SOZZI Olivio (1911) Vico Storto Purgatorio, 9	NAPOLI
SPATOCCO Giuseppe (1912) Soccorso a Magnocavallo, 19	NAPOLI
TRAMA Gabriele (1911) (Napoli)	TORRE ANNUNZIATA

SEZIONE DI PADOVA

Via Dante, 38

CONSIGLIO DIRETTIVO

*Presidente: DANIONI Ing. Cav. FILIPPO**Vice-presidente: CARAZZOLO Ing. GIUSEPPE**(Le altre cariche sono in corso di rinnovazione).*

SOCI INDIVIDUALI

ALPAGO Dott. Romano (1904) Via Dante, 20	PADOVA	Dottore in Fisica
AMATI Ing. Giuseppe (1907) Via Zabarella, 51	PADOVA	Ing. Direttore Soc. Adriatica di Eletticità
BELLATI Prof. Conte Cav. Manfredo (1904) Via Cesarotti, 14	PADOVA	Prof. R. Scuola d'Applicazio- ne per gli Ingegneri
BELLONI Ing. Ernesto Via Venti Settembre, 12	PADOVA	Industriale
BRESSAN Ing. Augusto (1908) S. Geremia Giarneri e C. BASSANO VENETO		Dir. Soc. Geremia Guarnie- ri e C.
BRUNI Prof. Giuseppe (1907) R. Università	PADOVA	Prof. di chimica generale R. Università
CALZAVARA Cap. Vittorio (1904) S. Lio, Calle della Nave, 5681 VENEZIA		Capitano
CARAZZOLO Ing. Giuseppe (1900) Piazzetta Prefettura, 6	PADOVA	Ing. Stud. tecn. elett., idraul. meccan. misure industr.
CASTELLI Prof. Enrico (1904) R. Istituto Tecnico	BERGAMO	Prof. R. Istituto Tecnico
CATTANEO Ing. Giulio (1904) Via A. Gabelli, 26	PADOVA	Ingegnere

CORINALDI Ing. Conte Amedeo (1904) Piazza Eremitani	PADOVA	Ingegnere
CROCE Ing. Alessandro (1904) S. Fantino, 1906	VENEZIA	Ing. Soc. Adriat. di Elettr.
DALLARI Ing. Leo (1910) Municipio di	VICENZA	Dir. Azienda Elett. Comun.
DE-GIULI Ing. Mario (1909) Via Umberto I, 14	PADOVA	Assist. presso la Scuola d'Ap- plicazione
DEL PRÀ Ing. Cav. Antonio (1904) PORTOGRUARO		Ingegnere
DEL VALLE Ing. Giorgio (1904) Corso Vitt. Eman., 33	PADOVA	Ingegnere
DE STEFANI Ing. Stefano (1904) Via Leoncino, 10	VERONA	Ing. industr. ed elettr. Studio tecnico Ing. G. A.-G. S. De' Stefani, Prof. Mec. can., Tecnologia meccan.
DURANDO Ing. Giovanni (1906) Società Elettrica Interprovin.	VERONA	Dir. Soc. Elettr. Interprov.
FINAZZI Dott. Luigi (1904) R. Sc. d'Appl. Ingeg.	PADOVA	Dottore in fisica
GNESOTTO Ing. Dott. Tullio (1904) Via S. Clemente, 4	PADOVA	Ingegnere, dottore in fisica
LAURENTI Ing. Fosco	PADOVA	Ing. della Società Adriatica di Elettricità
LEVI-CIVITA Prof. Tullio (1904) Via Altinate, 14	PADOVA	Professore R. Università
LEVI DA ZARA Dott. Mario (1906) Piazza Capitaniato	PADOVA	Dottore in Fisica
LORI Ing. Prof. Ferdinando (1897) Via Garibaldi	PADOVA	Ing. Prof. R. Scuola d'Appli- cazione per gli Ingegneri
MARCON Guido (1904) Via Gallo, 7	TREVISO	Rappresentante
MENECHINI D. Domenico Via Cassa di Risparmio, 83	PADOVA	Dottore in chimica

MILANI Ing. Cav. Paolo (1904) S. Pietro Incariano, 3	VERONA	Ingegnere
MILANI Ing. Remo (1904) Via S. Silvestro	VICENZA	Ingegnere
MOSCHINI Ing. Alessandro (1904) Via S. Nicolò, 5	PADOVA	Ingegnere
NOBILI Armando (1908) Via Emilia, 625	BOLOGNA	Industriale
OLIAN FANNIO Ing. Licinio (1904) Via Altinate, 55	PADOVA	Ing., libero professionista
PARVOPASSU Prof. Carlo Scuola Applicazione Ingegneri	PADOVA	Prof. R. Scuola Applic. per gli Ingegneri
PELOSO Ing. Andrea (1908) S. Stae, 2027	VENEZIA	Ingegnere
PITTER Ing. Antonio (1907) Calle Caotorta, 3566	VENEZIA	Ing. Dir. della S. It. per l'u- tilizz. delle forze idraul. del Veneto
RIETI Emilio (1906) S. Moisè, 2057	VENEZIA	Industriale
ROSSI Ing. Attilio Municipio di	VENEZIA	Capo della Sezione tecnologica del Municipio di Venezia.
ROSSI Ing. Rino (1906) Fondamenta Osmarin	VENEZIA	Ingegnere
SCHIESARI Ing. Baccio (1907) Via Japelli, 8	PADOVA	Ingegnere
SILVA Ing. Silvo Via S. Rosvocimo, 16	PADOVA	Assist. R. Scuola Applic. per gli Ingegneri
TREVES DE' BONFILI Ing. Bar. Gastone (1904) - Via Ospedale, 14	PADOVA	Ingegnere
TURAZZA Prof. Giacinto (1904) S. Sofia, 43	PADOVA	Prof. R. Scuola d'Applic. per gli Ingegneri
VERONESE Ing. Gino Via S. Sofia, 71	PADOVA	Assistente R. Scuola d'Appl. degli Ingegneri

VIANELLI Tito (1908) S. Maria del Giglio, 2568	VENEZIA	Dir. Uff. Ing. Valabrega
VIANELLO Paolo (1904) Accademia, 1051	VENEZIA	—
VICENTINI Prof. Cav. Giuseppe (1904) R. Università	PADOVA	Prof. Istit. di fisica Univer- sità
VITTORELLI Ing. Vittore (1907)	RAVENNA	Ing. Società Adriatica di Elet- tricità
VOLTOLINA Ing. Francesco (1906) Campo S. Pantalone	VENEZIA	Ingegnere
ZECCHETTINI Ing. Antonio (1904) (Rovigo)	ARIANO POLESINE	Ing. Dir. della Bonifica del- l'Isola di Ariano Polesine
ZURHALEG Ing. Guido Via S. Francesco	PADOVA	Ingegnere

SOCI COLLETTIVI

Municipio di Padova (1907)	PADOVA
R. Scuola d'Applicazione per gli Ing. (1900) - Via Giotto	PADOVA
Società Adriatica di Elettricità (1907) Via Zabarella, 51	PADOVA
Società d'Incoraggiamento (1904) Via Otto Febbraio	PADOVA

SEZIONE DI PALERMO

Via Maqueda, 175

CONSIGLIO DIRETTIVO

Presidente: DINA Prof. Ing. ALBERTO.*Vice-presidente:* PAGLIANI Cav. Prof. STEFANO.*Segretario:* SANTANGELO Ing. G. BATTISTA.*Cassiere:* MASTRICCHI Prof. FELICE.*Consiglieri:* OVAZZA Prof. Ing. ELIA ; ARENA Prof. Ing. ORESTE.*Consigliere delegato alla Sede Centrale:* BUTTAFARRI Ing. GAETANO.

SOCI INDIVIDUALI

ALLARA Ing. Giacomo (1911)
Scuola Applicazione **PALERMO**

ARENA Ing. Oreste (1909)
Via Rosina Muzio Salvo, 44
PALERMO

BERGMANN Ing. Emanuele (1904)
CALTANISSETTA

BONACCORSI Ing. Eugenio (1902)
Via Dante, 42 **PALERMO**

BUTTAFARRI Dott. Ing. Gaetano (1897)
Via Girgenti, 8 **PALERMO**

CANTONE Dott. Prof. Michele (1897)
R. Università **NAPOLI**

DINA Prof. Ing. Alberto (1908)
R. Scuola d'Applicazione per Ingegn.
PALERMO

DI SIMONE Cav. Ing. Guglielmo (1897)
Via Pr. Scordia, 11 **PALERMO**

DOLCE Ignazio Elettrotecnico (1909)
Via Alessandro Volta **PALERMO**

Ing. Profess. di Costruzioni
di macchine nella R. Scuola
degli Ingegneri

Prof. nel R. Istituto Nautico

Ingegnere

Capo Uff. Illum. del Municipio

Aiuto di Fisica Tecnica nella
R. Scuola Ingegneri

Professore di Fisica nella R.
Università di Napoli

Prof. di Elettrotecnica nella
Regia Scuola d'Applic. per
Ingegneri

Ingegnere

Capo del servizio installazioni
della Società Sicula Imprese
Elettriche

FABBRI Ing. Quinto (1912) Miniera Tallarita (prov. di <i>Caltanissetta</i>)	SOMMATINO	Dirett. della Miniera Tallarita.
FOLCO Ing. Carlo (1912) Piazza Campo, 20	PALERMO	Prof. di coltivazione di miniere nella R. Scuola Ingegneri
LA ROSA Dott. Prof. Michele (1908) R. Università	PALERMO	Aiuto e libero docente di Fisica nella R. Univ.
Lo PRESTI Ing. Stefano (1900) Via Boscogrande	PALERMO	Dir. della Soc. Elett. Palermitana
MACALUSO Prof. Comm. Damiano (1897) R. Università	PALERMO	Prof. di Fisica nella R. Università di Palermo
MANETTI Ing. Nicolò (1909) Via Principe Umberto, 112	ROMA	Assistente di macchine nella R. Scuola degli Ing. di Palermo
MARINI Ing. Andrea (1909) Via XX Settembre, 66	PALERMO	Rapp. della A. E. G. Thomson Houston
MASTRICCHI Dott. Prof. Felice (1897) Via Maqueda, 407	PALERMO	Ord. di fisica nel R. Liceo Vitt. Eman. II
OTTONE Cav. Ing. Giuseppe (1897) Via Veneto, 33	ROMA	Dirett. Gen. della Società Naz. Ferrovie e Tramvie
OVAZZA Prof. Ing. Elia (1900) Corso Calatafimi, 79	PALERMO	Prof. di Macchine nella R. Scuola degli Ingegneri
PAGANO Ing. Felice (1910) Via Lolli, 3	PALERMO	Ingegnere
PAGLIANI Cav. Dott. Prof. Stefano (1897) Via Em. Notarbartolo, 19	PALERMO	Prof. di Fisica Tecnica nella R. Scuola Ingegneri
PATTI Ing. Pasquale (1897) Ispettore Ferr. Stato	ROMA	Ispettore delle Ferrovie dello Stato
RAVERTA Ing. Enrico (1912) Miniera Sommatino (prov. di <i>Caltanissetta</i>)	SOMMATINO	Direttore della Miniera Sommatino.

SANTANGELO Ing. G. Battista (1912)
Via del Fervore, 12 PALERMO

Assistente di Elettrotecnica
nella R. Scuola Ingegneri

SIMONCINI Ing. Francesco (1910)
Caserma Pompieri PALERMO

Ten. nel Corpo dei Pompieri

TOMASINI Bar. Francesco (1909)
Piazza Lolli, 3 PALERMO

Elettrotecnico

VERNER Cav. Ing. Carlo (1910)
Via Alessandro Volta PALERMO

Dirett. della Società Sicula
Imprese Elettriche, Paler-
mo

SOCI COLLETTIVI

Società Sicula Imprese Elettriche (1898)
Via Aless. Volta PALERMO

SEZIONE DI ROMA

Via delle Muratte, 70 — (Palazzo dei Sabini)

CONSIGLIO DIRETTIVO

Presidente: DEL BUONO Ing. ULISSE*Vice-presidente:* REVESSI Prof. Ing. GIUSEPPE*Segretario:* CARLETTI AURIO*Cassiere:* LATTES Comm. Ing. ORESTE*Consiglieri:* FARANDA Ing. Cav. ALBERTO ; CORBINO Prof. O. M. ; BIA-
GINI Ing. AUGUSTO ; DI PIRRO Comm. Prof. GIOVANNI ; BORDONI
Prof. Ing. UGO ; FANO Ing. GUIDO*Consiglieri delegati alla Sede Centrale:* ASCOLI Prof. Comm. MOISE;
MAJORANA Comm. Prof. QUIRINO ; MENGARINI Comm. Prof. GU-
GLIELMO ; PIOLA Prof. FRANCESCO.

SOCI INDIVIDUALI

AGNOLOZZI Ing. Ezio (1899) Via Viminale, 38	ROMA	Ingegnere
ALKER Cav. Riccardo (1897)	TIVOLI	Dirett. Offic. Elettr. Soc. An- glo-Romana
ALLIEVI Comm. Ing. Lorenzo (1903) Via Aless. Farnese (villino proprio)	ROMA	Ing. Pres. Napol. Impr. elet. - Pres. Soc. Ital. fabbricaz. alluminio
ALLOCATI Ing. Nicola (1908) Via dell'Indipendenza, 19	NAPOLI	Ispettore Ferrovie dello Stato
ANASTASI Ing. Anastasio (1900) R. Scuola Applicazione	ROMA	Ass. di mecc. appl. alle mac- chine nella R. Scuola degli Ingegneri
ANDREUCCI Prof. Carlo (1905) Via Quirinale, 46	ROMA	Prof. Gerente Propr. Illumin. Elettrica Nettuno, Anzio e Fossombrone
ANGELELLI Cav. Ettore (1904) Piazza della Libertà, 13	ROMA	Dirett. Tramvia Roma-Civita Castellana
ANGELINI Ing. Giulio (1912) Via S. Maria in Via, 40	ROMA	Ingegnere

APOLLONI Cav. Giulio Maria (1897) Caisca Postal, 913 RIO DE JANEIRO	Elettrotecnico
ARABIA Ing. Antonio Alberto (1899) Via Bocca di Leone, 3 ROMA	Ing. Rappr. Italia Centrale e Meridion. Società Ital. Lahmeyer Eletticità — Dir. Soc. Ital. Applicaz. Freni Ferr.
ARDITO Ing. Stefano (1912) Viale del Re, 131 ROMA	Ispettore Istituto Superiore Postale Telegrafico
ASCOLI Comm. Dott. Prof. Moisé (1897) Via dei Gracchi, 320 (villino pr.) ROMA	Dott. Prof. ordin. di fisica te- cnica alla R. Scuola degli Ingegneri
AUTERI Ing. Michele (1912) Piazza Colonna, 370 ROMA	Ingegnere
BANTI Prof. Angelo (1897) Via Cavour, 226 ROMA	Prof. Dirett. « Eletttricista »
BARDUCCI Ing. Federico (1900) Via Porta Maggiore, 182 ROMA	Ing. Genio Civile
BARRECA Ing. Dott. Pasquale (1901) Arsenale di SPEZIA	Ing. Dott. Laboratorio Elet- trotecnico Arsenale di Spe- zia
BARTOLI Ing. Bartoli (1912) Lungo Tevere Prati 17 ROMA	Ingegnere
BASEVI Cav. Ing. Ettore (1897) Via Borgognona, 47 ROMA	Ingegnere
BASSANI Cav. Ing. Eugenio (1897) Via Ingham, 16 PALERMO	Ing. Procurat. Soc. Minera- ria Siciliana
BATTELLI Prof. Angelo (1898) R. Università PISA	Dep. al Parl., Prof. ord. fisi- ca speriment. - Dir. Ist. fisi- co R. Univ.
BELLOC Comm. Ing. Luigi (1898) Via Veneto, 46 ROMA	Ing. Ispett. industrie, insegn. Min. Agric. Ind. e Comm.
BENETTI Ing. Giulio Federico (1911) Piazza S. Silvestro, 74 ROMA	Ingegnere
BIAGINI Ing. Augusto (1907) Via Gioberti, 20 ROMA	Ingegnere
BIBOLINI Ing. Aldo (1899) AGORDO (Belluno)	Dirett. Scuola Mineraria
BORDONI Ing. Prof. Ugo (1906) Via Boschetto, 114 ROMA	Assistente di fisica tecnica alla R. Scuola degli Inge- gneri

BRUNELLI Comm. Ing. Italo (1897) Ministero Poste e Telegr. ROMA	Ing. Ispettore Generale Mini- stero Poste e Telegrafi
CAMPANARI Ing. Evangelista (1912) Vicolo Sciarra, 54 ROMA	Ingegnere Società Italiana Westinghouse
CANDELI Comm. Ainos (1903) Ministero Poste e Telegr. ROMA	Capo Div. Min. Poste e Te- legrafi
CANTONO Cav. Ing. Eugenio (1900) Villa Severina, Viale Parioli ROMA	Ing. Capitano Genio
CARACCILO Ing. Paolo (1912) CASTELLAMARE ADRIATICO	Ingegnere
CARLETTI Aurio (1911) Via Cernaia, 20 ROMA	Ispettore dei Telegrafi, addet- to Istituto Superiore Tele- grafico
CASCONE Ing. Domenico (1912) Piazza Borghese, 3 ROMA	Ingegnere Società Italiana A. E. G. Thomson Houston
CASSINIS Ing. Gino (1909) Via Emanuele Filiberto, 191 ROMA	Assist. di Geom. pratica nel- la R. Scuola Ingegneri
CASTELNUOVO Ing. Giulio (1912) Via Sommacampagna, 15 ROMA	Ingegnere
CASTRACANE Cav. Federico (1904) Tenente di Vascello VENEZIA	Tenente di Vascello
CATANI Ing. Remo (1901) Via dell'Anima, 45 ROMA	Ingegnere
CENTURIONE Ing. Cav. Carlo (1912) Via Uffici del Vicario, 49 ROMA	Ingegnere
CERADINI Prof. Ing. Comm. Cesare (1912) Via del Cardello, 16 ROMA	Direttore R. Scuola Applica- zione per gli Ingegneri
CESARONI Ing. Cesare (1898) Via Ostiense ROMA	Ing. R. Ispettore Capo Uff- cio speciali servizi
CICCIOLI Ing. Romolo (1912) Via Gioacchino Belli, 79 ROMA	Ing. Soc. Anglo-Romana
CICIRIELLO Ing. Leonardo (1910) Campo Marzio. 37 ROMA	Ingegnere
COARI Ing. Gino (1902) Via Artisti, 20 ROMA	Ingegnere
COLOMBO Ing. Riccardo (1900) Via Campo Marzio, 57 ROMA	Ingegnere

CORBINO Prof. O. M. (1912) Via Cavour, 183	ROMA	Professore di Fisica, Università di Roma
CORRADINI Ing. Alfredo (1912) Via due Macelli, 66	ROMA	Direttore Generale Società Italiana Prodotti azotati
CORTIVO Ing. Aurelio (1912) Via Germanico, 101	ROMA	Ingegnere
COSTA Cav. Ing. Emilio (1897) Piazza Poli, 14	ROMA	Ing. Soc. Anglo-Romana
CRUDELI Ing. Dott. Umberto (1901) Via Cernaia, 51	ROMA	Ing. Dottore in Matematica
DE BENEDETTI Ing. Aldo (1912) Casella Postale, 410	ROMA	Ingegnere
DE BENEDETTI Comm. Ing. Vittorio (1903) Ministero Lavori Pubblici	ROMA	Ing. R. Ispett. Capo all'Ufficio speciale Ferrovie
DE JOUNGH Ing. Marcello (1908) Via Pietralata, 12	ROMA	Dirett. Gener. della soc. Anglo-Romana per l'Illumin. di Roma col Gas ed altri sistemi
DEL BUONO Ing. Ulisse (1897) Via Porta Pinciana, 34	ROMA	Direttore Impianti Idroelett. Soc. Ital. Elettrochimica
DELLA LUCIA Ing. Emilio (1912) Via Aniene, 10	ROMA	Ingegnere
DEL MORO Ing. Bethel (1901) Via Poli, 14	ROMA	Ing. Soc. Anglo Romana
DE MURO Ing. Leonardo (1900) Viale Elena, 30	NAPOLI	Capo Laboratorio Elettrico Arsenale Marittimo
DI CAVE Ing. Vito Simone (1910) Via Bagni, 15	ROMA	Ingegnere
DI PIRRO Comm. Prof. Giovanni (1900) Viale del Re, 26	ROMA	Dottore, Vice Direttore Istituto Superiore Telegrafico
DORNIG Ing. Mario (1903) Wodaustrasse, 32 III	NURNBERG	Ingegnere
DOUHET Maggiore Giulio (1912) 2° Regg. Bersaglieri	ROMA	Maggiore 2° Bersaglieri

DUBS Ing. Giovanni (1912) Via Poli, 14	ROMA	Vice Direttore Società Anglo Romana per l'Illuminazio- ne di Roma
EGGINGTON Comm. Alfredo (1897) Via XX Settembre, 28	ROMA	Member Inst. Elect. Eng., Rappr. East. Telegr. Comp. di Londra
FABRIZI Ing. Luigi (1905) Via Genova, 30	ROMA	Ing. Tecnico per l'Europa della « The Rowland' Telegraphic Co. » Rappr. Soc. Italo-Svizzera di Bologna.
FANO Prof. Gino (1899) R. Università	TORINO	Prof. R. Università
FANO Ing. Guido (1912) Piazza Cola di Rienzo, 69	ROMA	Ingegnere
FARANDA Cav. Ing. Alberto (1903) Via Crociferi, 23	ROMA	Ing. Direttore Agenzia Tele- foni dello Stato
FARUFFINI Comm. Ing. Mar. Giul. (1912) Ministero Marina	ROMA	Maggior Generale Genio Navale - Di- rettore Generale Costruzioni Mini- stero Marina
FEROLDI DE ROSA Ing. Cesare Via Torino, 148	ROMA	Ingegnere
FERRANTI Ing. Ivo (1912) Via Salaria, 95	ROMA	Ingegnere
FERRONI FRATI Ing. Giacomo (1900) Via Firenze, 43	ROMA	Ing. Seg. Gen. Società Roma- na Tramways Omnibus
FOSSA MANCINI Ing. Carlo (1905) Via del Corso (Ancona) IESI		Ingegnere
FRANCESCHI Ing. Adolfo (1912) Corso Umberto I, 333	ROMA	Ingegnere Soc. Italiana Ganz di Eletticità
FRIGERIO Ing. Carlo (1910) Via Palestro, 11	ROMA	Ingegnere
GABELLONE Ing. Giuseppe (1912) Via della Mercede, 39	ROMA	Ingegnere
GALASSI Ing. Luigi (1912) Via Federico Cesi, 12	ROMA	Ingegnere
GALVANI Ing. Carlo (1908) Soc. Ital. Elettrochimica (Aquila) POPOLI		Ing. presso Soc. It. di Elettro- chimica
GAMBARA Comm. Ing. Giovanni (1900) Via Viminale, 66	ROMA	Ing. Ispett. Sup. Genio Civile

GILETTA Ing. Sebastiano (1912) Viale del Re, 131	ROMA	Ing. dei Telefoni dello Stato
GIORGI Ing. Giovanni (1897) Corso Vitt. Eman., 39	ROMA	Ing. M. I. E. E., Doc. elettrotec. Regia Scuola Ing., Capo Ufficio Tecnol. del Municipio di Roma.
GIUSEPPE Ing. Benedetto (1910) Via Antonio Rosmini, 15	ROMA	Studio Elettrotecnico
GRISMAYER Prof. Ing. Egisto (1912) Via Principe Amedeo, 30	ROMA	Ingegnere
JANORA Ing. Giovanni (1899) Via Siani, 2	POTENZA	Ing. Capo Rip. Uff. Tecnico Prov. di Potenza
KENNELLY Prof. Dott. Arthur E. (1912) University of Haward (Massachussets)	CAMBRIDGE	Prof. Univ. di Haward
KOLOMAN Ing. von Kando (1912) VADO LIGURE		Ingegn. Amministratore De- legato Società Italiana We- stinghouse
L'ABBATE Ing. Domenico (1912) Via Bergamo, 7	ROMA	Ingegnere
LANINO Cav. Ing. Pietro (1897) Via Fontanella Borghese, 35	ROMA	Ingegnere
LATTES Comm. Ing. Oreste (1897) Via Nazionale, 96	ROMA	Ing. - Studio di consulenza tecnico-ammin.
LAZZARINI Dott. Guido (1912) Piazza Vitt. Eman., 12 B	ROMA	Addetto Laboratorio Chimico Ministero Interni
LENNER Cav. Ing. Raffaello (1898) Via Boncompagni, 61	ROMA	Ingegnere
LEONARDI Cav. Ing. Luigi (1899) Via Gioberti, 63	ROMA	Ing. Società Romana Tram. Omnibus
LONDEI Ing. Luigi (1905) Soc. Carburo Calcio	ROMA	Ing. Soc. Carburo di Calcio
LUIGGI Ing. Prof. Gr. Uff. Luigi (1912) Via Sardegna, 81	ROMA	Ispettore Centrale Ferrovie dello Stato
MACOLA Ing. Gino (1912) Piazza Barberini, 16	PESARO	Ingegnere
MAGISTRI Capitano Angelo (1912) Ispettore Costruzioni d'Artiglieria	ROMA	Ispett. Costruz. Artiglieria

MAILLOUX C. O. (1904) 90 West Street, (U. S. A.) NEW-YORK	Consulting Engineer
MAJORANA CALATABIANO Comm. Quirino (1897) - Viale del Re, 131 ROMA	Ing. Dott. Prof. Dir. Istituto Superiore Postale Telegra- fico Telefonico
MANCINI Ing. Ugo (1911) Piazza SS. Apostoli, 49 ROMA	Ingegnere
MANN Ing. Carlo (1902) Via Gattari, 6 TRIESTE	Ing. Off. Comunale Gas illu- minante
MARANTONIO Ing. Corrado (1902) « Sufid » (Dalmazia) SELVENICO	Ingegnere
MARCHESI Comm. Ing. Gaetano (1900) Minist. Poste e Tel. ROMA	Ingeg. Capo Servizio Tecnico Telefoni dello Stato
MARCONI Giuseppe (1908) Dirett. Off. Elettr. di SUBIACO	Dirett. Off. Elett. di Subiaco
MARCONI Comm. Guglielmo (1904) Finch Lane, 18 LONDRA	Marconi's Wireless Telegraph Company
MARRO Ing. Attilio (1908) Via della Consulta, 56 ROMA	Ufficio Tecnologico del Comu- ne di Roma
MARTINEZ Ing. Giulio (1912) Direttore Officine Galileo FIRENZE	Direttore Officine Galileo
MAZZOLANI Ing. Giulio (1898) Via Firenze, 47 ROMA	Ingegnere
MELISURGO Ing. Cav. Guglielmo (1912) Via Quattro Fontane, 14 ROMA	Ingegnere
MEMMO Cav. Conte Ing. Riccardo (1900) Piazza Barberini, 12 ROMA	Ing. Soc. Automobili «Roma»
MENGARINI Comm. Dott. Prof. Guglielmo (1897) Piazza del Quirinale, 14 ROMA	Capo servizio elettrico. Soc. Anglo Romana per illum.
MIGNANI Ing. Riccardo (1902) Dirett. Imprese Elettriche AQUILA	Ing. Dir. Imprese Elettriche
MILAZZO Ing. Vincenzo (1900) Ufficio Tecnico di Finanza ROMA	Ing. Uff. Tecnico di Finanza

MINCUZZI Ing. Pietro (1906) Via Balacclava, 15-7	GENOVA	Ingegnere Navale
MINELLI Ing. Antonio (1905) Via Bezzacca, 14	ROMA	Ingegnere della Società A. E. G. Thomson Houston
MOLESCHOTT Ing. Carlo (1897) Via Volturmo, 58	ROMA	Ing. Propr. Ufficio Tecnico
MONGINI Ing. Giovanni (1912) Via XX Settembre, 2 8	ROMA	Ingegnere
MONTECORBOLI Ing. Piero (1902) Via Lucina, 17	ROMA	Ingegnere
MONTEGUTI Cav. Ten. Col. Aldo (1904) Comando Genio Militare	BOLOGNA	Ten. Col. Genio Militare
MONTEL Ing. Alfredo (1905) Via Sesia, 2	ROMA	Ingegnere
MORPURGO Ing. Elio	NARNI	Ingegnere
MOTTI Ing. Francesco (1912) Via Scipioni, 237	ROMA	Ingegnere
NARDIS Ing. Massimo (1905)	AQUILA	Ingegnere
NETTI Ing. Aldo (1897)	ORVIETO	Ingegnere
OBLIEGHT Cav. Ing. Gastone (1912) Via Propaganda Fide. 27	ROMA	Ingegnere
OJETTI Ing. Norberto (1901) Via Arcione, 98	ROMA	Ingegnere
PALAZZOLO Dott. Cav. Girolamo (1902) Via S. Basilio, 64	ROMA	Dott. in fisica, Ispettore Mi- nistero Poste e Telegrafi
PARAZZOLI Comm. Ing. Attilio (1897) Via Pr. Amedeo, 14	ROMA	Ingegnere

PASCA Ing. Riccardo (1902) Via delle Muratte, 70	ROMA	Ing. Genio Civile
PASSERI Ing. Salvatore (1910) Piazza Galeno, 1	ROMA	Ingegnere
PATERNÒ RADDUSA Ing. Luigi (1912) Via Quattro Fontane 149	ROMA	Ing. Società Italiana Siemens Schukert
PAVIA Ing. Alberto (1909) Piazza dell'Esquilino, 8	ROMA	Ingegnere
PENSO Cav. Ing. Raffaele (1899) Corso Umberto I, 337	ROMA	Ingegnere
PERILLI Ing. Cav. Guglielmo (1899) Via Nomentana, 13	ROMA	Ing. Capo Sezione Ministero Poste e Telegrafi
PIGNOTTI Ing. Riccardo (1897)	MACERATA	Ingegnere
PIOLA Prof. Francesco (1906) Via Cimarra, 61	ROMA	Professore di fisica nel R. Istituto Tecnico di Roma
PUCCIONI Ing. Corrado (1903) Via Antonio Rosmini, 28	ROMA	Ing. presso l'Ufficio tecnico della Centrale Elettrica Municipale
RAYNERI Ing. G. M. (1912) Piazza SS. Apostoli, 49	ROMA	Ingegnere Ufficio Tecnologico Municipale
REBAUDI Ing. Vittorio (1897) Viale Regina, 85	ROMA	Ingegnere Civile
REGGIANI Cav. Napoleone (1899) Salita del Grillo, 1	ROMA	Dir. Laborat. Metrico Centr.
REINA Prof. Vincenzo (1902) Scuola Appl. Ing.	ROMA	Prof. Scuola Applicaz. Ing.
RESPIGHI Ing. Luigi (1902) Via Panisperna, 37	ROMA	Ing. D. G. Telefoni dello Stato
REVESSI Prof. Ing. Giuseppe (1899) Via Marsala, 8	ROMA	Prof. Ing. Assist. R. Scuola Ingegneri, Roma
ROSELLI LORENZINI Ing. Gaetano (1912) Via della Vite, 46	ROMA	Ingegnere

ROSTAIN Ing. Giuseppe (1912) Via S. Nicola da Tolentino, 50	ROMA	Ingegnere
RUFFO Antonio Principe della Scaletta (1897) - Monti Parioli	ROMA	—
SACERDOTE Ing. Eugenio (1912) Piazza dell'Orologio, 12	ROMA	Ingegnere
SALVADORI Ing. Riccardo (1897) Vico Barnabiti, 3	GENOVA	Ingegnere
SANTACROCE Ing. Lorenzo (1904) (Aquila)	PRATOLA PELIGNA	Ing. Meccanica Elettrotec.
SANTARELLI Ing. Cav. Giorgio (1897) Via dei Martelli, 7	FIRENZE	Ingegnere
SARLI Ing. Cristianino (1907) Thomasius Strasse, 19	BERLIN	Ingegnere Capo Reparto Cal- colo Macchine Allgemeine Elektricitäts - Gesellschaft di Berlino
SAVINI Ing. Oscar (1900) (Marche)	FERMO	Direttore della Ferr. Porto S. Giorgio-Fermo-Amandola
SCHANZER Ing. Roberto (1903) Via Santa Lucia, 145	NAPOLI	Ingegnere presso Cassa di Sovvenzioni per Imprese
SCHERBEL Dott. Ludwig (1912)	BUSSI	Dottore, Direttore officine So- cietà Italiana di Elettrochimica
SICA Ing. Mario (1911) Via Calabria, 25	ROMA	Segretario Ministero Agricolt. Ind. e Comm.
SIPARI Ing. Erminio (1905) Via S. Maria in Via, 40	ROMA	Ingegnere
SISMONDO Ing. Oscar (1898) Via Montebello, 6	ROMA	Ing. Soc. Anglo-Rom. - Ser- vizio elettrico
SOLARI Marchese Luigi (1911) Corso Vittorio Emanuele, 323	ROMA	Direttore della Compagnia Internaz. Marconi per le comunicazioni marittime
SPADAVECCHIA Ing. Gaetano (1912) Via due Macelli, 66	ROMA	Ingegnere
SQUASSI Ing. Francesco (1909) Via del Clementino, 101	ROMA	Ing. Dir. Soc. An. Ital. Koer- ting, Succ. di Roma
STRACCIATI Prof. Enrico (1901) Istituto Tecnico	ROMA	Prof. Fis. Istituto Tecnico

STUCKY Ing. Gian Carlo (1905) (Venezia) LA GIUDECCA	Ingegnere Industriale
TAVERNA Ing. Cesare (1911) Vicolo Sciarra, 54 ROMA	Ingegnere
TONNI BAZZA Ing. Vincenzo (1912) Via Flavia, 6 ROMA	Ingegnere
UBALDI Ing. G. B. (1907) Via Torino, 38 ROMA	Ingegnere
VANNI Dott. Prof. Giuseppe (1897) Via Panisperna, 207 ROMA	Dott. Prof. Fis. R. Liceo Visconti - Lib. Doc. Sc. Ing.
VARINI Ing. Alberto (1912) Piazza Borghese, 3 ROMA	Ingegnere, Direttore Società Italiana A. E. G. Thomson Houston
VEROLE Ing. Cav. Pietro (1898) Div. Traz. Elettr. Ferr. Stato Via Cavour, 90 FIRENZE	Ing. Capo Div. Ferr. dello Stato
VILLAVECCHIA Comm. Dott. Vittorio (1899) Dir. Lab. Chim. Gabelle ROMA	Dott. Dir. Lab. Chim. Gabelle
VIRGILI Ing. Enea (1912) Via de' Mille, 6 BOLOGNA	Ingegnere
VITA Ing. Giorgio (1905) Via Princ. Amedeo, 30 ROMA	Ingegnere
VOLTATTORNI Ing. Ten. V.° Mazzino (1911) Via Gennaro Serra, 69 NAPOLI	Tenente di Vascello
VOLTERRA Comm. Prof. Vito (1908) Via in Lucina, 17 ROMA	Prof. R. Università, Senatore del Regno
WICHMANN Ing. Juan (1907) Comision del Plata Medio y Paso de Punta Indio - Obras Publicas: Boca del Riachuelo BUENOS AYRES	Ingegnere
ZANARDO Comm. G. B. (1898) Via Due Macelli, 9 ROMA	Ufficio Brevetti d'invenzione

SOCI COLLETTIVI

Ditta Fratelli Himmelsbach (1907)
(Baden) FRIBURGO

Istituto Speriment. Ferrovie dello Stato
Stazione Trastevere ROMA

Ministero Agric. Ind. e Comm. (1901)
Ispettorato Generale dell'Industria
Div. XVI, Sez. I. ROMA

Ministero dei Lavori Pubblici (1900)
Ing. Cassinelli Ufficio
Speciale delle Ferrovie ROMA

Ministero della Marina (Direz. Generale
di Artigl. ed Armamenti) (1904)
ROMA

Ministero Poste e Telegrafi (1900)
Biblioteca ROMA

Municipio di Roma (1908)
ROMA

Officine Metallurgiche Togni (1912)
Filiale di Roma - Via Flavia, 6
ROMA

Servizio Centrale della Trazione e del Ma-
teriale Elettr. delle Ferr. dello Stato
(1908) (Cav. Ing. Pietro Verole)
Via Cavour, 90 FIRENZE

Società Anglo-Romana per illuminazione
Piazza Poli, 14 (1897) ROMA

Società Italiana dei Forni Elettrici (1908)
Via due Macelli, 3 ROMA

Società Italiana di Elettrochimica (1900)
Via due Macelli, 66 ROMA

Società Italiana pel Carburato di Calcio, A-
cetilene ed altri Gas (1898)
Via due Macelli, 66 ROMA

Società Nazion. di Ferrovie e Tramvie
(1900) - Piazza Santi Apostoli, 49
ROMA

Società Romana Tramways-Omnibus
(1900) - Piazza Grazioli, 5 ROMA

SOCI STUDENTI

MAGINI Umberto (1907)
Piazza Vitt. Eman., 139 ROMA

SEZIONE DI TORINO

Galleria Nazionale

CONSIGLIO DIRETTIVO

Presidente: TEDESCHI Ing. Comm. VITTORIO*Vice-presidente:* CHIESA Ing. Cav. TERENCE*Segretario:* PALESTRINO Ing. CARLO*Cassiere:* LUINO Ing. ANDREA*Consiglieri:* BISAZZA Ing. GIUSEPPE; FORSTER Ing. PAOLO; ROSSI
Dott. Prof. A. G.; TRACCIATI Ing. ANGELO; MEGARDI Ing. GIUSEPPE; VALABREGA Ing. RAFFAELE.*Delegati al Consiglio Generale:* FERRARIS Ing. Prof. LORENZO; GUAGNO Ing. ENRICO; JERVIS Ing. TOMMASO; GRASSI Comm. Prof. GUIDO.

SOCI INDIVIDUALI

ANTONIOTTI Dott. Ing. Riccardo (1898)
BETTOLE - SESIA

Dott. in fisica, Ing. Elettrotecnica

ARCOZZI MASINO Avv. Cav. Fulvio (1898)
Via Arsenale, 21 TORINO

Avv., Dirett. Ammin. Società Anon. Eletticità Alta Italia

ARIGO Ing. Giuseppe (1902)
Via Melchiorre Gioia, 8 TORINO

Ing. Comp. Ditta Garrone e Arigo - Imp. elettr. Eserc. pubblico e privato

ARMANDI Ing. Luigi (1906)
Società Elettrica Astigiana ASTI

Ing. Dirett. della Soc. Astese di Eletticità

ARTOM Ing. Prof. Comm. Alessand. (1897)
Corso Siccardi, 18 TORINO

Ing. Prof. telegr. e telef. nel R. Politecnico

ASSERETO march. Paolo (1905)
Istituto Geografico Militare FIRENZE

Capitano artiglieria

BAER Avv. Cav. Enrico (1897)
Via Montecuccoli, 2 TORINO

Avv. Consulente Società Anonima Piemontese di Elett.

BARBERIS Ten. Col. Cav. Carlo (1897)
Direz. Genio, R. Arsenale SPEZIA

Ten. Col. del Genio

BARBIERI Ing. Menotti Domenico (1898) Via Cibrario, 14	TORINO	Ing. Capo Società Forze I- drauliche del Moncenisio
BATTAGLIA Ing. Tommaso (1902) Corso Valentino, 40	TORINO	Ing. elettro-meccanico
BELLINI Ing. Ettore (1909) Rue du Louvre, 21	PARIS	Ingegnere
BERGALLI Ing. Ettore (1900) Rue Vital Decoster, 94 (Belgio)	LOUVAIN	Ing. meccanico
BERTOTTI Ing. Umberto (1906) REGGIO CALABRIA		Ing. Genio Civile
BIAGINI Ing. Giuseppe (1907) Azienda Elettr. Municip.	TORINO	Ingegnere Azienda elettr. Mu- nicipale di Torino
BISAZZA Ing. Cav. Giuseppe (1910) Via Beaumont, 3	TORINO	Dir. Azienda Elettr. Municip- pale
BOCCARDO Ing. Cav. Emilio (1901) Via Mazzini, 40	TORINO	Ing. Studio Tec. per Impian- ti elettrici Soc. Lario di To- rino
BOGLIONE Ing. Carlo (1897) Dirett. Tram	FIRENZE	Dirett. Soc. dei Tramways di Firenze
BONAMICO Ing. Paolo (1909) Via Sagliano, 1	TORINO	Ingegnere
BONINI Ing. Cav. Carlo Federico (1902) R. Politecnico, via Ospedale	TORINO	Ing. Conservatore Collezioni e Bibliot. R. Politecnico
BORELLA Ing. Cav. Felice (1897) Corso Princ. Oddone, 63	TORINO	Ing. Soc. Anonima Eletticità Alta Italia
BOSIO Avv. Cav. Edoardo (1897) Via Genova, 27	TORINO	Avv. Pres. Onor. Ass. Int. pour la prot. de la propr. industr.
BOSONE Ing. Luigi (1912) Corso Vinzaglio, 12	TORINO	Assistente R. Politecnico
BOTTO Ing. Ugo (1904) Via XX Settembre, 46	TORINO	Ingegnere - Azienda Elettrica Municipale
BOVI Ing. Benvenuto Alessio (1902) C. Oporto, 21	TORINO	Ing. Dir. Riv. ill. inv. <i>Il Pro- gresso</i> , Uff. Int. Brevetti e March. Fabbr.

BRONZINI Ing. Edoardo (1902) Via Lagrange, 3	TORINO	Ing. nella Soc. Appl. elettr.
BRUNO Francesco (1910) Via Silvio Pellico, 20	TORINO	Ingegnere
CAGIANUT Ing. Nicola (1911) (Cuneo)	BRA	Ingegnere
CAPELLO Ing. Biagio (1907)	MODENA	Ingegnere
CARETTI Luigi Tenente di Vascello (1910) Via Lazzaro Spallanzani, 4	SPEZIA	Tenente di Vascello R. Marina
CASSETTA Ing. Cav. Eugenio G. B. (1900) Via Mercanti, 16	TORINO	Ing. Consulente in materia di proprietà industriale
CAVALLERO Ing. Giuseppe (1911)	ALPIGNANO	Ingegnere
CECCHI Ing. Carlo (1908) Azienda Elettr. Municipale di	TORINO	Ing. presso azienda elettrica Municipale di Torino
CHIESA Ing. Cav. Terenzio (1897) Via Arsenale, 21	TORINO	Ing. Vice-Direttore della Soc. An. Elettr. Alta Italia
CIMAZ Ing. Sebastiano (1910) Via Ormea, 8	TORINO	Ingegnere
CIVALLERI Ing. Franc. Giuseppe (1907) Piazza Castello, 4	MILANO	Ing. presso A. E. G. Thomson Houston Milano
CLARETTA Assandri Ing. Conte Luigi (1908) Via della Rocca, 29	TORINO	Ingegnere
COPPELLOTTI Ing. Vittorio (1897) Ufficio Tecnico di Finanza	COMO	Ing. Uff. Tecn. di Finanza
CROSA Ing. Comm. Vincenzo (1902) Via Cernaia, 11	TORINO	Ing. R. Isp. Sup. Strade Ferrate - Membro dell'Ispettorato centr. delle Ferr. dello Stato

CUTTICA DI CASSINE march. Ing. Giuseppe (1897) - Via Goito, 8 TORINO	Ing. Ispett. princ., Capo Uff. studi e progetti del mate- riale Ferrovie dello Stato
DE BENEDETTI Ing. Emilio (1898) Via Arcivescovado, 10 TORINO	Ing. Amm. Del. Soc. Forze I- draul. Monc. Dir. Gen. Soc. Ital. Appl. El.
DE BENEDETTI Ing. Giuseppe (1909) Via Bogino, 2 TORINO	Ingegnere - Rappresentante Brown Boveri
DE BERNOCCHI Francesco (1910) Piazza Gran Madre di Dio, 14 TORINO	—
DELL'AGLIO Ing. Renzo (1908) Via Campana, 7 TORINO	Ingegnere
DEMONTE Ing. Agostino (1898) Via Montecuccoli, 4 TORINO	Ing. Soc. Naz. Offic. Savi- ghiano
DE REGIBUS Ing. Curzio (1911) Palazzo Pizzardi BOLOGNA	Ing. Ferrovie dello Stato - Servizio XI.
DE THIERRY Ing. James Harold (1897) Via Carlo Alberto, 48 TORINO	Ing. Soc. Sviluppo Impr. El. in Italia, Dir. Imp. idroelet- trico di Cherasco.
DIATTO Ing. Alfredo (1897) Via Ottavio Revel, 17 TORINO	Ingegnere elettricista
DIENA Ing. Clemente (1902) Via Carlo Alberto, 40 TORINO	Ing. Direttore Stab. Boracife- ro Eredi Durval
DI PRAMPERO Conte Ing. Carlo (1909) UDINE	Ingegnere
DUMONTEL Dott. Ascanio (1904) Piazzetta B. V. degli Angeli, 2 TORINO	Dott. Chimico
DUMONTEL Ing. Gilberto (1900) Piazzetta B. V. degli Angeli, 2 TORINO	Ingegnere Elettrotecnico
FERRARIS Ing. Prof. Lorenzo (1897) Via Ponza, 3 TORINO	Ing. Prof. Sc. Sup. Elettric. nel R. Politecnico

FERRO Ing. Vittorio (1908) Società Forze Motrici dell'Anza	NOVARA	Ingegnere Società Forze Motrici dell'Anza
FERRUA Ing. Edoardo (1900) Via Maria Vittoria, 42	TORINO	Ingegnere industriale
FINARDI Ing. Angelo (1910) Via S. Salvatore	BERGAMO	Ingegnere
FOLCHINI Ing. Arturo (1904) Corso Re Umberto, 50	TORINO	Ing. Ind., Rapp. Case: Babcock & Wilcox (Londra), Escher Wyss & C. (Zurigo), Zippermayer e C. (Milano).
FONTANA Ing. Mario G. (1906) Piazza Madonna degli Angeli	TORINO	Ingegnere
FONTANA Ing. Vincenzo (1899) Piazza Vitt. Eman. I, 12	TORINO	Ing. lib. profess.
FORMICA Antonio (1912) Via Principe Amedeo, 13	TORINO	Gerente Società Lario
FORNACA Ing. Guido (1903) Via dei Mille, 32	TORINO	Ingegnere, Direttore Tecnico Soc. F. I. A. T.
FORSTER Ing. Paolo (1908) (Soc. Naz. Off. di Savigliano) Via Genova, 23	TORINO	Ing. Capo Elettr. Offic. Savigliano
FRANCHETTI Ing. Alessandro (1901) Via Andrea del Castano	FIRENZE	Ing. meccanico ed elettricista
GARBASSO Prof. Dott. Antonio (1897) Corso Magenta, 52-2	GENOVA	Prof. di fisica speriment. R. Univ. di Genova
GARNIER Ing. Vittorio (1904) Corso Vittorio Em., 73	TORINO	Ingegnere
GIANOLIO Ing. Vittorio (1901) (Alessandria)	CANTALUPO	Ing. Dir. Fabbr. olii, saponi e cand. Ditta Morteo, Gianolio e Soc. Comm. di Alessandria
GILARDINI Ing. Francesco (1904) Corso S. Maurizio, 63	TORINO	Ingegn. Rappresentante Siemens Schukert

GIORDANA Ing. G. B. (1897) Via Boucheron, 8	TORINO	Ingegnere, Industriale
GIORELLI Ing. Angelo Corrado (1902) Via S. Secondo, 4	TORINO	Ing. Industr. Elettr.
GIUPPONI Ing. Luigi (1909) Azienda Municipale Tramvie Corso Reg. Margherita	TORINO	Ing. presso Azienda Municipale Tramvie
GIUSTINIANI Ing. Aldo (1904) Via Gazometro, 26	TORINO	Ingegnere
GOGLIO On. Ing. Cav. Giuseppe (1903) Corso Oporto, 41	TORINO	Ing. Deputato al Parlamento
GOLA Ing. Giovanni (1901) Corso Oporto, 29	TORINO	Ing. profession., Apparecchi di protezione per Imp. Elettrici
GRASSI Prof. Comm. Guido (1897) Via Cernaia, 40	TORINO	Prof. Dirett. Sc. Elettrotecnica Galileo Ferraris nel R. Politecnico
GUAGNO Ing. Enrico (1899) Via Cernaia, 20	TORINO	Ing. elettrotecnico Amm. Delegato del cotonificio F.lli Poma fu Pietro
HESS Ing. Adolfo (1904) Via Giusti, 3	TORINO	Ing. Stud. Tecn. Gen., Consulenze, Rappresentanze
KELLER Ing. Siegfr. (1910) Via Genova, 23	TORINO	Ing. Società Nazionale Officine Savigliano
IMODA Ing. G. E. (1897) Via Arsenale, 14	TORINO	Ing. Imp. Elettrici e Idraulici
JEAN Ing. Gaspere (1902) Via Passalacqua, 1	TORINO	Ing. Stud. Tecn. Impr. Elettr. Rappr.
JERVIS Ing. Tommaso (1902) Via Lanfranchi, 22	TORINO	Ing. Direttore Automobili Elettrici Krieger
LANINO Capitano Giusto (1906) Via S. Quintino, 47	TORINO	Capitano

LAUCHARD Cav. Emilio (1900) Corso Regina Margherita, 114 TORINO	Dir. Soc. Belga Tramways di Torino
LAVATELLI Ing. C. Alberto (1909) Via Pastrengo, 25 TORINO	Ingegnere
LEVI Dott. Cav. Ernesto (1903) Via Cernaia, 25 TORINO	Dott. in chimica, Proprietario Ditta Bollito e C.
LIGNANA Ing. Giuseppe (1901) Corso Vinzaglio, 24 TORINO	Ing. Ass. Scuola Elett. Regio Politecnico
LINGUA Ing. Angelo (1909) Gran Via, 28 (Spagna) BILBAO	Ingegn. Elettrotecnico
LUINO Ing. Andrea (1901) Piazza Solferino, 8 TORINO	Ing. dello Studio Brevetti G. Capuccio
MAFFIOTTI Ing. Cav. G. B. (1902) Via Assietta, 3 TORINO	Ingegnere
MAGLIOCCO Vincenzo (1910) Corso Firenze, 12 GENOVA	Tenente di Vascello
MARCHINI Comm. Francesco (1898) Piazza Statuto, 2 TORINO	Pres. ed Amm. di Soc. Indu- striali
MARENCO Ing. Cav. Emilio (1910) Via Po, 6 TORINO	Prof. Direttore Scuole Popo- lari di Elettrotecnica
MARIETTI Ing. Silvio (1904) (Torino) ALPIGNANO	Ing. Dirett. Fabbrica lampa- de a incandescenza Edison- Cruto
MARSAL Ing. Giorgio (1900) BIELLA	Ing. Dir. Ferr. Econ., Rapp. Soc. Gen. Ferr. ec. Bruxelles
MATERNINI Ing. Cav. Francesco (1898) Via Cesare Vanini, 10 FIRENZE	Ing. Isp. Princ. Servizio Traz. e Mat. Direz. Ferrovie dello Stato
MAURO Ing. Romano (1902) Via dei Bachi, 6 TRIESTE	Ing. Uff. Tecnico
MEGARDI Ing. Giuseppe (1902) Via Arsenale, 21 TORINO	Ing. Elett. Soc. Elett. Al- ta Italia

MINIOTTI Ing. Marcello (1903) (Torino)	SASSI	Ingegnere elettrotecnico
MIOLATI Prof. Dott. Arturo (1902) R. Politec., Via Ospedale, 32	TORINO	Prof. elettrochimica R. Politecnico
MONASTEROLO Ing. Benedetto (1908) (Piemonte)	VIRLE	Ing. Elett. Soc. Elett. Alta Italia
MONNET Ing. Eugenio Via Sacchi, 28 bis	TORINO	Ingegnere
MONTEL Ing. Prof. Luigi (1897) Regio Politecnico	TORINO	Ing. Prof. fisica tecn. e meccan. ter. R. Politecnico
MONTU Ing. Prof. Comm. Carlo (1897) Via Po, 39	TORINO	Ingegnere Prof. di Elett. libero docente R. Sc. Ing. di Napoli, deputato al Parlamento
MORELLI Ing. Prof. Cav Ettore (1897) Corso Vinzaglio, 12	TORINO	Ing. Prof. Costruz. Elettromecc. R. Politecnico, Consulente
MORENO Ing. Comm. Ottavio (1898) Via Sacchi, 36	TORINO	Ing. Consigli. d'Amm. e Dir. Ger. Soc. Naz. delle Off. di Savigliano
MOTTURA Ing. Attilio (1904) Piazza Statuto, 14	TORINO	Ing. Industr. ed elettrotecnico nella Soc. Naz. delle Off. di Savigliano
NEGRI Ing. Ottavio (1903) (Biella)	OCCHIEPPO SUPERIORE	Ingegnere
NEGRO Ing. Luigi (1899) Via Valperga Caluso, 8	TORINO	Ingegneria e costruz. elettromeccan.
NIZZA Ing. Fernando (1909) Via Nizza, 1	TORINO	Ing. Ass. Scuola Elett. R. Politecnico
NOYER Edoardo (1898) Corso Principi d'Acaja, 12	TORINO	Industriale
PALESTRINO Ing. Cav. Carlo (1908) Via Assietta, 57	TORINO	Ingeg. Soc. Anonima Piemontese di Elettricità
PALESTRINO Ing. Gustavo (1908) S. MARGHERITA LIGURE		Ing. Dir. Imp. El. di S. Margherita, Rapallo, Lavagna della Soc. Eserc. Elett. di Milano
PARMIGGIANI Ing. Giuseppe (1902) Via Sansovino, 13	MILANO	Ingegnere

PERELLI Ing. P. V. (1912) Via Principe d'Acaia 15 bis	TORINO	Ing. Società Esercizi Elettri- ci - Rete Piemonte
PERI Antonio (Genova)	SARZANA	Tenente di Vascello
PERSONALI Ing. Prof. Francesco (1898)	BIELLA	Ing. Prof. Sc. Profess. Biella
PEYRON Ing. Emanuele (1898) Via Maria Vittoria, 4	TORINO	Ing. Serv. Tecn. Lav. Pubbl. Municipio Torino
PEZZI Ing. Ernesto (1908) Via Saluzzo, 15	TORINO	Ingegnere
PIGLIONE Ing. Cesare (1907) Off. Savigliano, Barr. di Lanzo	TORINO	Ing. Soc. Naz. Off. Savigliano
PINNA Ing. Cav. Raffaele (1912) Via Bogino, 9	TORINO	Dir. Soc. Piemontese di Elet- tricità
POLLONE Comm. Eugenio (1902) Corso Siccardi, 21	TORINO	Consigl. Ammin. Soc. Ferrovie Mediterraneo
PONTI Ing. Gian Giacomo (1904) Via Sebastiano Valfrè, 18	TORINO	Ing. Ufficio Tecnico Munici- pale
PONZO Ing. Mario (1911) Via Mazzini, 31	TORINO	Ingegnere
PRAT Ing. Cav. Paolo (1897) Via Bogino, 9	TORINO	Ing. Soc. Anon. Piemontese di Elettricità
PUGLIESE Ing. Achille (1909) Via Mercanti, 18	TORINO	Ingegnere - Rappresentante Ganz E. G.
RICCIADELLI Ing. Pietro (1907) Via Genova, 23	TORINO	Ing. Soc. Naz. delle Officine di Savigliano
RICCIOLI Ing. Menotti (1909) Via della Rocca, 49	TORINO	Ingegnere
RICOTTI Ing. Paolo (1897) Via Depretis, 11	VOGHERA	Ingegnere

RIDONI Ing. Ercole (1901) Via Bonsignore, 5	TORINO	Ing. Dir. Miniere
RIESEN Ing. Jule (1910) Via Lamarmora, 28	TORINO	Ing. Società Nazionale Officine Savigliano
ROCCA Ing. Alfredo (1898) Corso Valentino, 40	TORINO	Ingegnere elettrotecnico
ROERO DI MONTICELLO Ing. Leone (1911) Via Arsenale, 41	TORINO	Ing. Comit. Esec. Esp. Int. 1911
ROSSI Dott. Prof. G. Andrea (1900) R. Politecnico Italiano	TORINO	Prof. fis. e Ass. Sc. Elettrotec. R. Politecnico
ROSTAIN Comm. Alfredo (1897) Via Cuneo, 21	TORINO	Membro del Cons. dell'Ord. del Lav. Dir. Società Brev. Fiat
ROTTA Dott. Cav. Giuseppe (1897) Corso Firenze, 11	TORINO	Dott. in chim. Ind. Consigliere Unione Concimi Chimici
SACCO Ing. G. Francesco (1908)	CANELLI	Ingegnere
SACCO Capitano Luigi (1912) Off. di costr. artiglieria	TORINO	Capitano artiglieria, officina di costruzioni di Artiglieria
SACERDOTE Ing. Adolfo (1897) Via S. Giulia, 47	TORINO	Ingegnere
SALVOTTI Barone Ing. Ugo (1901) (Tirolo)	MORI	Ingegnere
SCARAMUZZA Ing. Gino (1908) Via S. Quintino, 44	TORINO	Studio Tecn. Ind., Dir. Agenzie Ital. Heuschel u. Sohn. Cossel - Henrichshütte Hattingen a/Ruhr.
SCHULTZ Ing. Cav. Giorgio (1898) Via Arsenale, 21	TORINO	Ing. Dirett. Tecn. Soc. Anon. Eletticità Alta Italia
SCLOPIS Ing. Comm. Vittorio (1901) Via Meucci, 1	TORINO	Ing. Ind. Propr. Min. Brosso, Consigli. Cam. Comm., Pres. Assoc. chimica industriale
SELVE Comm. Federico (1902) Corso Duca di Genova, 19	TORINO	Ind., Compr. Ditta Frat. Selve di Donnaz
SILVANO Ing. Cav. Uff. Emilio (1897) C. Re Umberto, 8	TORINO	Ing. Ind. ed Elettrotecn., Consulente

SOLDATI Ing. Comm. Vincenzo (1902) Corso Vitt. Eman., 44 TORINO	Ingegnere
SOLERI Ing. Comm. Prof. Elvio (1903) Via Maria Vittoria, 52 TORINO	Ing. Capo elettric. Soc. Ing. V. Tedeschi e C.
STRANEO Prof. Dott. Paolo (1901) Via Ormea, 75 TORINO	Prof. fis. matem. R. Univers. di Torino
TEDESCHI Ing. Comm. Vittorio (1897) Corso Vitt. Eman., 67 TORINO	Amministratore Delegato, Di- rettore Generale Soc. Ano- nima Ing. V. Tedeschi e C.
THOVEZ Ing. Ettore (1897) Corso Siccardi, 69 TORINO	Ingegnere
TOFANI Ing. Giovanni (1905) (Aosta) S. MARCEL	Ing. Dirett. Tecn. Soc. Pie- montese Carburio di Calcio
TORRIGIANI March. Piero (1910) Ten. Vasc. Minist. Marina ROMA	Tenente di Vascello
TOSI Cav. Alessandro Rue du Louvre, 21 PARIS	Ufficiale Marina
TRACCIATI Ing. Angelo (1905) Via Pastrengo, 25 TORINO	Ing. Dirett. Tecn. Ufficio per il Piemonte A. E. G. Thom- son-Houston
TREVES Ing. Abramo (1897) Via Arcivescovado, 10 TORINO	Ing. Civile lib. profess.
TREVES Ing. Cav. Vittorio (1898) Corso Siccardi, 22 TORINO	Ing. Ger. Soc. Elettro-dinami- ca, Rapp. Gen. Italia Elek- tricitäts Ges. Alioth
TROSSARELLI Ing. Cav. Ottavio (1903) Dirett. Soc. Forze Idrauliche Alto Po MILANO	Ing. Dirett. Soc. Forze Idrau- liche Alto Po
URTIS Rag. Cesare (1903) Via XX Settembre, 32 TORINO	Gerente Ditta Cesare Urtis e C. Forniture elettriche
VALABREGA Ing. Raffaele (1897) Via Lagrange, 29 TORINO	Ing. Ditta Ing. Valabrega, Lichtember- ger e C. (Torino-Venezia), impr. elettr., rappr. Oerlikon
VALLISNERI Capitano Renato (1910) Laboratorio Pirotecnico CAPUA	Capitano d'Artiglieria

VANZI Ing. Ettore (1910) Via Azzarotti, 17	TORINO	Ing. Società Nazionale Officine di Savigliano
VENCHI Ing. Luigi (1912) Via Biamonti 5	TORINO	Ing. presso Azienda Elettrica Municipale
VERCELLIN Ing. Umberto (1910) Via Carlo Alberto, 31	TORINO	Ing. elettr. Officine Nazionali di Savigliano
VINCA Ing. Antonio (1898) Via S. Anselmo, 31	TORINO	Ingegnere civile
ZERBOGLIO Giuseppe Paolo (1902) Piazza Solferino, 1	TORINO	Industriale
ZUBLENA Giovanni (1902) Corso Vitt. Eman. II, 44	TORINO	Capo Elettrotecn. presso Soc. An. E. A. I.

SOCI COLLETTIVI

Agenzia di Torino delle Assicuraz. Gen. « Venezia » (1909)	TORINO
Azienda autonoma elettrica Municipale di (1903)	VERCELLI
Azienda Elettrica Municipale (1911)	TORINO
Ditta Basola e Norzi Ingegneri (1912) Ufficio Tecnico - Via Botero, 18	TORINO
Ditta Siemens e Halske (1900) Askanscher Platz, 3	BERLINO S. W.
Municipio di (1902)	TORINO
Poma Fr.lli fu Pietro - Cottonificio (1903) Corso Vinzaglio, 3	TORINO

R. Circolo Ferroviario di Torino (1904)
Via S. Secondo, 4 TORINO

Società An. Elettricità Alta Italia (1900)
Via Arsenale, 21 TORINO

Soc. An. Fabbr. Calce e Cementi (1903)
 CASALE MONFERRATO

Soc. An. Ing. V. Tedeschi e C. (1900)
Via Monte Bianco TORINO

Società Dinamite Nobel (1900)
(Torino) AVIGLIANA

Soc. di Monteponi - Colt. Miniere (1900)
Via XX Settembre, 38 *bis* TORINO

Soc. Forze Idrauliche del Moncenisio
(1902)
Via Arcivescovado, 10 TORINO

Soc Naz. delle Off. di Savigliano (1905)
Via XX Settembre, 40 TORINO

TABELLA RIASSUNTIVA

1° Agosto 1912.

SEZIONE	Soci individ. effettivi	Soci collettivi effettivi	Soci studenti	Totale	Dal 1° Luglio 1911 Soci	
					in aumento	in diminuz.
BOLOGNA . .	57	11	—	68	—	18
CATANIA . .	53	10	—	63	—	6
GENOVA . .	67	6	—	73	3	—
LIVORNO . .	32	7	—	39	—	3
MILANO . .	435	62	—	497	14	—
NAPOLI . .	157	14	16	186	13	—
PADOVA . .	49	4	—	53	2	—
PALERMO . .	27	1	—	28	1	—
ROMA . . .	171	15	1	187	28	—
TORINO . .	163	15	—	178	—	11
Totali .	1211	144	17	1372	61	38

Soci al 1° Luglio 1911 N. 1349

Soci al 1° Agosto 1912 " 1372

Aumento Soci N. 23

STATUTO

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

I. — Costituzione, formazione e scopo dell'Associazione.

ART. 1. — E' costituita una Società intitolata « Associazione Elettrotecnica Italiana », con decorrenza dal 1° gennaio 1897 e senza limitazione di durata.

L'Associazione potrà comprendere un numero indeterminato di Sezioni, con sedi nelle principali città d'Italia. Le Sezioni non potranno essere formate con meno di 20 soci; per la loro costituzione occorre la autorizzazione del Consiglio Generale.

ART. 2. — Gli Uffici amministrativi dell'Associazione avranno sede stabile e si chiameranno complessivamente Ufficio Centrale dell'Associazione Elettrotecnica Italiana.

La sede dell'Ufficio centrale è fissata a Milano.

Presso tale Ufficio è stabilito il domicilio legale dell'Associazione.

ART. 3. — L'Associazione ha per iscopo:

d'incoraggiare e divulgare in Italia lo studio dell'elettrotecnica, e di contribuire al suo sviluppo scientifico ed industriale;

di stabilire e mantenere fra tutti gli elettrotecnici italiani ed anche colle Società estere affini, relazioni amichevoli e continue;

di facilitare ai soci la conoscenza dei lavori d'ogni genere, invenzioni, scoperte, esperienze, ecc., che si facessero in Italia od all'estero;

di accordare ai soci il proprio appoggio morale nelle questioni di interesse generale che si riferiscono alla loro industria o professione.

ART. 4. — L'Associazione resterà assolutamente estranea a qualsiasi impresa commerciale e industriale.

II. — Dei Soci. — Loro diritti e contribuzioni.

ART. 5. — L'Associazione si compone di:

- a) soci individuali effettivi;
- b) soci collettivi effettivi;
- c) soci vitalizi e perpetui;
- d) soci studenti;
- e) soci onorari.

I soci di cui ai paragrafi *a, b, c, d*, possono essere residenti e non residenti rispetto alle singole Sezioni.

ART. 6. — Possono essere soci individuali effettivi, coloro che in Italia od all'estero si interessano di elettrotecnica.

Possono essere soci collettivi effettivi, le Società, le Corporazioni scientifiche, le Imprese industriali, le Amministrazioni pubbliche, ecc., sì italiane che estere. Ogni socio collettivo è rappresentato alle adunanze ed assemblee da un solo delegato.

Possono essere soci vitalizi o perpetui quei soci individuali o collettivi che ne facciano domanda alla propria Sezione uniformandosi alle prescrizioni dell'art. 10.

Possono essere soci studenti, gli iscritti negli Istituti superiori del Regno.

I soci onorari possono essere scelti solamente fra personalità straniere eminenti per studi e lavori compiuti nel campo dell'elettricità.

Possono essere proclamati benemeriti quei soci che abbiano in modo specialmente notevole benemerito dell'Associazione con donazioni, aiuti, lavori, ecc. compiuti in pro di essa.

ART. 7. — L'ammissione dei soci individuali, collettivi e studenti è fatta dai Consigli delle singole Sezioni a cui è avanzata domanda controfirmata da due soci effettivi. Avvenuta l'ammissione, il Consiglio ne darà comunicazione all'Ufficio Centrale dell'Associazione per la definitiva iscrizione, ed all'assemblea della Sezione nella prima adunanza. Simile comunicazione sarà data dal Consiglio all'Ufficio Centrale per la iscrizione dei soci vitalizi o perpetui.

La proclamazione a socio onorario ed a socio benemerito deve essere fatta dall'assemblea generale su proposta del Presidente o del Consiglio Generale e riportare la maggioranza di almeno due terzi dei votanti.

Un socio individuale o collettivo proclamato benemerito continuerà però a contribuire nelle spese dell'Associazione, come appresso.

ART. 8. — I soci effettivi, individuali, collettivi, vitalizi e perpetui che siano in regola coll'Associazione, avranno diritto:

a) Di ricevere gratuitamente a domicilio gli Atti dell'Associazione, i quali usciranno almeno una volta all'anno;

b) Di ricevere una tessera sociale unica emessa dall'Ufficio centrale e firmata dal Presidente dell'Associazione, colla quale potranno frequentare la Sede di qualsiasi Sezione e prendere parte alle relative discussioni. — Ogni socio potrà però votare solamente nella propria Sezione;

c) Di intervenire alle adunanze, assemblee, nonchè ai viaggi e gite di istruzione, indette sia dall'Associazione, sia dalla propria Sezione, pagando le eventuali quote stabilite;

d) Di consultare i periodici e libri dell'Associazione e delle Sezioni seguendo le norme che saranno all'uopo determinate dai rispettivi Regolamenti;

e) Di presentare alle adunanze dell'Associazione o della propria Sezione lavori, studi, invenzioni, esperienze, dietro consenso del Consiglio dell'Associazione o della Sezione.

I soci onorari hanno gli stessi diritti degli effettivi, salvo il diritto di voto.

I soci studenti, di fronte all'Associazione hanno i diritti stessi degli effettivi, salvo il voto e le pubblicazioni.

ART. 9. — I soci individuali, collettivi e studenti dovranno contribuire nelle spese dell'Associazione pagando una quota annua che verrà stabilita dalle singole Sezioni.

La quota dei soci studenti non potrà superare la metà di quella degli individuali effettivi.

Ogni Sezione verserà alla cassa della Associazione L. 10 annue per ogni socio individuale effettivo, e L. 20 annue per ogni socio collettivo.

Nessun versamento sarà fatto dalle Sezioni alla Associazione per i soci studenti.

ART. 10. — I soci vitalizi individuali pagheranno per una volta tanto alla Sezione cui appartengono la somma di L. 500. I soci vitalizi collettivi, come Società industriali o commerciali, Corporazioni scientifiche, Società diverse, ecc. pagheranno per una volta tanto alla Sezione stessa, la somma di L. 750. Tale somma è portata a L. 1000 per le pubbliche amministrazioni, che hanno carattere di perpetuità (Municipi, Ministeri, ecc.) le quali diventano così soci perpetui. Non sono più tenuti ad altro contributo annuale, salvo il caso in cui vogliano cambiare Sezione.

Una metà di tali somme sarà versata dalle Sezioni come contributo alla Cassa Centrale dell'Associazione.

Nessun altro versamento sarà fatto dalle Sezioni alla Associazione per tali soci.

Le quote dei soci vitalizi e perpetui costituiranno un fondo intangibile di cui l'Associazione o le Sezioni possono godere solamente i frutti.

In caso di scioglimento di una Sezione le quote vitalizie e perpetue della Sezione passano all'Associazione.

ART. 11. — I Soci che non intendessero più far parte della Associazione devono darne diffida, per lettera raccomandata, alla Presidenza della propria Sezione entro il mese di settembre dell'anno in corso e la diffida varrà a cominciare coll'anno successivo. Di tale diffida la Sezione dovrà dare comunicazione all'Ufficio centrale dell'Associazione.

Non è valida la diffida di un socio il quale non abbia fatto fronte ai propri impegni.

L'eventuale espulsione di un socio sarà pronunciata dal Consiglio Generale con maggioranza di due terzi dei votanti, o di sua iniziativa o dietro proposta del Consiglio della Sezione cui il socio appartiene.

III. — Dell'Amministrazione Consiglio Generale — Ufficio Centrale.

ART. 12. — L'Associazione è retta ed amministrata da un Consiglio Generale così composto:

un presidente;

tre vice-presidenti;

un segretario generale;

un vice segretario generale;

un cassiere;

i presidenti delle Sezioni;

i consiglieri eletti nelle singole Sezioni a far parte del Consiglio Generale a mente dell'art. 13.

ART. 13. — Il Presidente e due Vice presidenti, il Cassiere, il Segretario ed il Vice segretario generale, sono nominati complessivamente e contemporaneamente con votazione generale di tutti i soci che ne hanno diritto. Il terzo Vice presidente sarà il Presidente precedente.

I singoli voti di tutti i soci, riuniti dall'Ufficio centrale dell'Associazione, costituiranno la votazione generale. — L'elezione avverrà a maggioranza dei votanti.

Il presidente ed il segretario generale devono appartenere ad una medesima Sezione. Essi sono eletti contemporaneamente e collo stesso procedimento. Se risultasse un segretario generale appartenente ad una Sezione diversa da quella a cui appartiene il Presidente, la elezione di detto segretario sarà nulla e si addiverrà per esso ad una nuova elezione.

Il Presidente, i due Vicepresidenti elettivi, il Cassiere, il Segretario ed il Vice Segretario generale durano in carica tre anni e non sono immediatamente rieleggibili alla medesima carica. Essi insieme al terzo Vicepresidente costituiscono la Presidenza dell'Associazione.

Il Vice Segretario Generale ed il Cassiere saranno eletti fra i soci residenti nella città ove ha sede l'Ufficio Centrale.

Ogni Sezione nomina, a maggioranza di voti, un consigliere ogni 50 Soci, o frazione di 50 soci, regolarmente ad essa iscritti all'epoca della votazione.

Le votazioni delle singole Sezioni per le cariche del Consiglio Generale dovranno aver luogo di regola prima della fine d'ogni anno, con norme da fissarsi dal regolamento.

I consiglieri di ogni Sezione al Consiglio Generale si rinnovano annualmente per metà, o per il numero intero immediatamente superiore se essi sono in numero dispari, e non sono immediatamente rieleggibili.

Qualora alcuni membri dell'Ufficio di Presidenza cessassero dalla loro funzione prima della scadenza del triennio, il Consiglio Generale può indire votazioni parziali per sostituirli. Tali nuovi membri, eletti a triennio in corso, scadranno dalla carica alla fine del triennio stesso.

ART. 14. — Il Consiglio Generale sarà convocato dalla Presidenza almeno una volta all'anno.

Alle sedute del Consiglio Generale un consigliere può votare anche per uno ed un solo consigliere assente, di una Sezione qualsiasi, mediante delega scritta da presentare al Consiglio.

ART. 15. — Spetta al Consiglio Generale di:

- a) autorizzare la formazione delle Sezioni;
- b) deliberare sulle istanze, proposte e reclami delle medesime;
- c) convocare l'Assemblea generale ordinaria e straordinaria;
- d) riferire all'Assemblea stessa circa la propria gestione in tutto ciò che potrà interessare l'Associazione;
- e) dare esecuzione alle deliberazioni votate dall'Assemblea generale o da una votazione generale;
- f) nominare il Direttore dell'Ufficio Centrale e gli impiegati dell'Associazione fissandone le mansioni e le retribuzioni;
- g) vigilare sull'osservanza delle prescrizioni del presente statuto;
- h) disporre dei fondi sociali per gli scopi prefissi;

i) curare la pubblicazione degli *Atti dell'Associazione*, da farsi almeno una volta all'anno e da distribuirsi gratuitamente a tutti i soci eccezione fatta dei soci studenti (Art. 8);

l) prendere di sua iniziativa quelle determinazioni e promuovere quei provvedimenti che reputerà meglio atti al conseguimento degli scopi sociali.

ART. 16. — Spetta all'Ufficio Centrale sotto la direzione della Presidenza di:

a) curare la stampa e la distribuzione degli *Atti* e delle pubblicazioni sociali;

b) curare l'Elenco soci e la sua pubblicazione;

c) spedire ai soci gli avvisi di convocazione delle Assemblee e le schede per le votazioni;

d) compilare le tessere dei soci;

e) ricevere tutta la corrispondenza diretta all'Associazione e tenere la corrispondenza normale d'Ufficio;

f) tenere la contabilità dell'Associazione;

g) custodire l'archivio sociale;

h) emettere ordinativi di pagamento da sottoporre alla firma del Segretario generale o del Vice Segretario generale sempre insieme al Presidente;

i) curare la esazione delle quote annuali dalle Sezioni;

l) eseguire tutte quelle altre incombenze che gli fossero affidate dal Consiglio Generale o dalla Presidenza.

IV. — Dell'Assemblea generale.

ART. 17. — Il Consiglio Generale deve convocare in via ordinaria una volta all'anno, entro il mese di settembre o di ottobre, in assemblea generale, tutti i soci con avviso scritto, che sarà spedito a domicilio almeno quindici giorni prima, colle indicazioni del luogo, del giorno e dell'ora di riunione.

Tale avviso dovrà contenere l'ordine del giorno.

ART. 18. — L'assemblea generale potrà pure essere convocata in via straordinaria — e colle stesse modalità -- ove ciò sia giudicato opportuno dal Presidente o dal Consiglio Generale, oppure quando ne sia stata fatta al Presidente domanda motivata da almeno due Sezioni o da cento soci.

ART. 19. — L'assemblea generale sarà presieduta dal presidente dell'Associazione, od in sua vece da uno dei vice presidenti ed in difetto da un socio designato dall'Assemblea, e fungerà da segretario il segretario od il vice segretario generale dell'Associazione, od in loro assenza un socio nominato dal presidente dell'Assemblea. Il presidente nominerà due scrutatori scelti fra i soci presenti.

ART. 20. — Il Consiglio Generale presenterà ad ogni assemblea generale ordinaria una relazione annuale sulla propria gestione, comprendente anche un preventivo per l'esercizio seguente.

La relazione ed i conti del Consiglio saranno riveduti dai revisori dei conti; essi avranno libera visione della contabilità, e dovranno presentare all'assemblea generale la loro relazione scritta.

ART. 21. — Le deliberazioni dell'assemblea generale saranno sempre prese a maggioranza di voti presenti, e saranno valide qualunque sia il numero degli intervenuti, salvo il caso previsto dall'art. 7.

ART. 22. — Hanno diritto al voto tutti i soci presenti ad eccezione dei soci onorari e dei soci studenti come stabilito dall'art. 8; ma nessun socio individuale potrà farsi rappresentare da altro socio. Ha diritto a due voti chi, oltre ad essere socio individuale, è delegato di un socio collettivo.

ART. 23. — L'assemblea procederà all'approvazione dei bilanci, alla nomina di tre revisori dei conti per l'anno successivo scelti fra i soci della Sezione in cui risiede l'Ufficio Centrale e quindi alle deliberazioni in merito ad eventuali proposte della Presidenza o del Consiglio, discussioni tecniche, visite ad impianti, ecc..

L'assemblea generale potrà anche proporre, ma non deliberare, modificazioni allo statuto.

V. — Delle Sezioni.

ART. 24. — Ogni Sezione è retta ed amministrata da un Consiglio direttivo nominato dai soci di essa riuniti in annuale adunanza ordinaria, oppure anche in adunanza straordinaria quando trattasi di nomine per sostituzione di membri cessanti prima della scadenza normale. Tale Consiglio è costituito da:

- un presidente;
- un vice-presidente;
- un segretario;
- un cassiere;

due consiglieri per le Sezioni che hanno un numero di soci non maggiore di 50;

quattro consiglieri per le Sezioni che hanno un numero di soci fra 51 e 100;

sei consiglieri per le Sezioni che hanno un numero di soci di 101 e più.

Tutti i membri del Consiglio durano in carica un triennio e non sono immediatamente rieleggibili alla stessa carica a triennio compiuto, ad eccezione del segretario e del cassiere che sono rieleggibili.

ART. 25. — I Consigli delle Sezioni stabiliscono le riunioni e le assemblee dei soci delle Sezioni e compilano le Relazioni delle discussioni tecniche che avvengono nelle riunioni suddette. Queste Relazioni devono essere trasmesse all'Ufficio centrale, affinchè il Consiglio Generale possa, se lo crede utile, sia trattarle nelle assemblee generali, sia pubblicandole negli *Atti dell'Associazione*.

Spetta inoltre ai Consigli delle Sezioni di:

a) deliberare sulle ammissioni e sulle dimissioni dei soci, delle quali daranno sollecita comunicazione all'Ufficio centrale;

- b) curare gl'incassi delle quote sociali ed i versamenti alla Cassa centrale dell'Associazione;
- c) curare la contabilità;
- d) curare la corrispondenza coi propri soci e coll'Ufficio Centrale;
- e) conservare le pubblicazioni che le Sezioni ricevono dall'Associazione.

ART. 26. — Ogni Sezione formerà un proprio Regolamento interno.

VI. — Modificazioni allo Statuto — Votazioni speciali Scioglimento dell'Associazione.

ART. 27. — Le modificazioni dello Statuto saranno sottoposte a votazione generale di tutti i soci mediante schede scritte.

Le proposte di modificazioni allo statuto saranno ammesse alla votazione generale quando siano presentate dall'Assemblea generale, o dal Consiglio Generale, o da almeno 100 soci collettivamente.

La votazione generale dovrà essere fatta con norme da fissarsi dal regolamento.

Le modificazioni dello Statuto non saranno valide se non otterranno la approvazione dei due terzi del numero complessivo dei votanti.

ART. 28. — Il Consiglio generale può deliberare di seguire il sistema della votazione generale anche per altre questioni oltre quelle non indicate nello statuto. In tale caso l'approvazione è ottenuta colla semplice maggioranza dei votanti.

ART. 29. — Lo scioglimento eventuale dell'Associazione deve essere sottoposto a votazione generale e riportare la maggioranza dei due terzi dei votanti.

I soci saranno avvisati preventivamente che si metterà in votazione lo scioglimento a mezzo di circolare raccomandata. Questa circolare sarà inviata con quindici giorni di anticipo su quella contenente i moduli e le norme per la votazione, la quale pure dovrà essere spedita per posta raccomandata.

Avvenuta, con esito favorevole ad uno scioglimento, la votazione precedente, le modalità della liquidazione e l'assegno delle attività saranno deliberate a semplice maggioranza dei votanti, con una seconda votazione generale.

La votazione per lo scioglimento eventuale dell'Associazione avrà luogo in uno dei seguenti casi:

- a) dietro deliberazione del Consiglio Generale a maggioranza assoluta di voti, con votazione del C. G. a Referendum dopo una discussione e prima approvazione in seno al Consiglio appositamente convocato;
- b) dietro domanda fatta alla Presidenza e sottoscritta da almeno un quarto dei soci;
- c) quando nel corso di dodici mesi un terzo dei soci sieno dimissionari o morosi.

A questa votazione sono applicabili le norme stabilite nel Regolamento per la votazione generale in quanto non contraddicono quelle stabilite qui sopra.

ART. 30. — Un Regolamento generale disciplinerà l'applicazione dello statuto.

ART. 31. — (*Transitorio*). L'Associazione potrà domandare di essere eretta in ente morale dietro semplice deliberazione del Consiglio generale.

Votato nell'Assemblea Generale il 25 settembre 1898 in Torino e modificato con votazione 15 giugno 1903, 15 dicembre 1905, 5 gennaio 1907 e 14 giugno 1908.

REGOLAMENTO GENERALE

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

I. Assemblea generale.

ART. 1. — La sede dell'Assemblea generale annuale ordinaria è stabilita dal Consiglio Generale. La sede e la data sono comunicate ai presidenti di Sezione e pubblicate negli Atti.

L'ordine del giorno col bilancio è diramato a mezzo dell'Ufficio Centrale direttamente a tutti i soci almeno 15 giorni prima della convocazione, a termini dell'art. 17 dello Statuto.

ART. 2. — I soci che desiderano presentare memorie o proposte alla Assemblea generale, debbono inviarne alla Presidenza, a mezzo dell'Ufficio Centrale, un mese prima della convocazione, il titolo insieme al testo o ad un sunto, dal quale risulti chiaramente lo scopo ed il contenuto della comunicazione.

ART. 3. — La Presidenza giudica se i lavori presentati debbano o no essere posti all'ordine del giorno.

Non sono in massima accettati lavori già comunicati o pubblicati altrove.

II. Consiglio Generale.

ART. 4. — L'avviso di convocazione del Consiglio Generale con l'ordine del giorno è mandato dal Presidente dell'Associazione ai membri del Consiglio Generale ed alle Sezioni almeno 15 giorni prima del giorno fissato per la riunione, salvo casi d'urgenza.

ART. 5. — Ricevuto il detto avviso, i Presidenti di Sezione, se lo credono opportuno, convocano il Consiglio direttivo e i consiglieri rappresentanti la Sezione nel Consiglio Generale o anche l'intera Sezione, per discutere l'ordine del giorno.

ART. 6. — La Presidenza dell'Associazione potrà anche, in casi speciali, richiedere il parere ed il voto di tutti i Consiglieri su una determinata questione a mezzo di comunicazioni scritte, invece di convocarli in Consiglio Generale. La richiesta della Presidenza conterrà inoltre il termine fissato per tale votazione per iscritto; e dovrà essere diramata almeno dieci giorni prima del termine stesso.

La votazione avrà luogo a semplice maggioranza dei votanti e di essa sarà redatto un apposito verbale da pubblicarsi negli *Atti*, col nome ed il voto dei votanti.

Rimane però sempre l'obbligo alla Presidenza di convocare il Consiglio in seduta almeno una volta all'anno come è prescritto all'art. 14 dello Statuto.

ART. 7. — Le rinnovazioni dei consiglieri eletti nelle Sezioni si fanno, di regola, entro il mese di dicembre di ogni anno, a norma dell'Art. 13 dello Statuto.

III. Votazione generale.

ART. 8. — Il Presidente fissa il giorno e l'ora della chiusura della votazione generale.

Venti giorni prima del giorno stabilito, il Presidente dell'Associazione informa i Presidenti di Sezione perchè questi provochino le discussioni o gli accordi che fossero reputati necessari sulle proposte da mettersi in votazione.

Questo preavviso può essere omesso nel caso che la questione sia già stata precedentemente discussa dalle Sezioni o dall'Assemblea Generale.

ART. 9. — Dieci giorni prima della chiusura, l'Ufficio Centrale invia direttamente a ciascun socio la scheda, unitamente ad una busta portante l'indirizzo completo della Sezione ed altra busta con talloncino per racchiudervi la scheda.

Sulla scheda è indicato il termine entro il quale la scheda stessa deve pervenire alla Presidenza della Sezione.

Le schede devono essere suggellate dal socio, dopo la votazione, nell'apposita busta che porta all'esterno un talloncino per la firma del votante.

ART. 10. — Il giorno della chiusura della votazione, la Presidenza di ciascuna Sezione, dopo aver preso conoscenza del nome dei votanti e del loro numero, spedisce immediatamente in pacco raccomandato, all'Ufficio Centrale da trasmettere al Presidente della Associazione tutte le buste senza aprirle e coi relativi talloncini attaccati.

Non si tien conto delle schede pervenute alla Sezione dopo il termine stabilito.

Sono nulle quelle che non portano il talloncino firmato.

Lo spoglio delle schede sarà fatto a cura della Presidenza dell'Associazione, che avviserà i Presidenti di Sezione del luogo, giorno ed ora in cui esso avrà luogo.

Tale avviso sarà affisso nei locali delle Sezioni a norma dei soci che volessero assistere allo spoglio delle schede.

ART. 11. — La votazione per l'elezione del Presidente, dei Vicepresidenti, del Cassiere, del Segretario generale e del Vicesegretario generale dell'Associazione si chiude, di regola, col 1° dicembre, ultimo del triennio.

Nel caso che qualche nome non raccogliesse la maggioranza dei voti, si procede entro 15 giorni, alla votazione di ballottaggio tra i

due nomi per ogni carica, che otterranno più voti, salvo il disposto dell'art. 13 dello Statuto circa la nomina del Segretario generale.

Le votazioni per le elezioni a queste cariche si fanno colle norme stabilite dagli articoli 8, 9 e 10 del presente regolamento.

IV. Riunioni delle Sezioni.

ART. 12. — Gli avvisi di convocazione delle riunioni di Sezione, con l'ordine del giorno sono inviati al Presidente dell'Associazione, all'Ufficio centrale dell'Associazione in doppio esemplare, ed ai Presidenti di tutte le altre Sezioni.

ART. 13. — I Presidenti delle Sezioni inviano sollecitamente all'Ufficio Centrale il verbale con un breve resoconto delle discussioni e delle deliberazioni e nel più breve tempo possibile i manoscritti delle comunicazioni destinate agli Atti.

V. Contributi delle Sezioni alla Associazione.

Soci morosi.

ART. 14. — L'ammontare del contributo dovuto dalle Sezioni alla Associazione è determinato in base al numero dei soci regolarmente iscritti.

Almeno la metà del contributo sarà versata non più tardi del 30 giugno e l'altra metà non più tardi del 31 ottobre di ciascun anno.

ART. 15. — La Presidenza della Sezione, verificatasi la morosità di un socio, ne dà comunicazione al socio stesso.

ART. 16. — Le Sezioni sono responsabili verso l'Associazione per la metà delle quote corrispondenti ai mesi trascorsi dal principio dell'anno fino al mese in cui è dichiarata la morosità.

ART. 17. — Nessun moroso può essere riammesso nella Associazione se non ha pagato gli arretrati ed adempiuto a tutti gli impegni precedenti.

Il socio moroso che rientra nell'Associazione non ha diritto a ricevere gratuitamente i fascicoli arretrati degli Atti che non gli vennero spediti in causa della sua morosità.

VI. Soci Studenti.

ART. 18. — I soci studenti possono ottenere l'Abbonamento degli Atti versando ogni anno la somma di L. 10 all'Associazione pel tramite della propria Sezione.

ART. 19. — I soci studenti, oltre ai diritti definiti dall'art. 8 dello Statuto, godono quelli stabiliti dai regolamenti propri della Sezione nella quale sono iscritti.

VII. Trasferimento dei Soci.

ART. 20. — Il socio che desidera passare da una Sezione ad un'altra ne fa domanda per iscritto alla Presidenza della propria Sezione, che ne dà comunicazione all'altra. Il Consiglio della nuova Sezione delibera sull'ammissione dopo ricevuto il *nulla osta* della Sezione dalla quale il socio proviene, e quando essa sia avvenuta, ne dà comunicazione immediata all'Ufficio Centrale ed all'Assemblea della Sezione.

Il passaggio da una Sezione ad un'altra ha luogo nell'anno successivo a quello in cui è stata fatta la domanda relativa.

ART. 21. — Un socio non può cambiare di Sezione se non ha adempito a tutti i suoi impegni verso la Sezione a cui è iscritto.

Gli impegni dei soci verso la Sezione, di cui al comma precedente ed all'art. 9 dello Statuto comprendono, oltre al pagamento della quota annua, anche la restituzione di libri od altro materiale avuto a prestito e qualunque altro debito previsto dal presente regolamento o da quello delle singole Sezioni.

ART. 22. — Il socio vitalizio o perpetuo che voglia cambiare Sezione è tenuto a pagare alla nuova Sezione la quota annuale corrispondente alla medesima, diminuita della quota annuale spettante alla Associazione; senza potere ritirare dalla Sezione abbandonata la quota vitalizia che venne ad essa assegnata.

In caso di scioglimento di una Sezione le quote vitalizie o perpetue della Sezione passano all'Associazione: la quale pagherà annualmente alla nuova Sezione a cui i singoli soci vitalizi o perpetui si saranno iscritti, e finchè essi rimangono in tale Sezione, una somma di L. 15 per i soci individuali e di L. 20 per i collettivi.

ART. 23. — Agli effetti del pagamento della quota del socio alla Sezione e del corrispondente versamento della Sezione alla Associazione, il passaggio di un socio da una Sezione ad un'altra avviene col 1° gennaio che segue la data della domanda.

VIII. Pubblicazioni.

ART. 24. — Il Presidente dell'Associazione giudica dell'accettazione dei lavori presentati per la pubblicazione negli Atti. A questo scopo può consultare, in seduta o mediante comunicazioni scritte, altri membri del Consiglio Generale o le Commissioni speciali appositamente nominate.

In caso di rifiuto o di proposta di modificazioni, il Presidente ne dà avviso motivato al Presidente della Sezione.

Possono essere senz'altro rifiutati i lavori già pubblicati altrove o quelli non comunicati previamente ad una riunione di Sezione o alla Assemblea generale.

I manoscritti delle letture fatte alle Sezioni, colle relative figure, saranno trasmessi per la pubblicazione a cura della Presidenza della Sezione stessa; la quale, consultato se del caso, anche i membri locali

del Comitato degli *Atti*, verificherà che essi rispondano alle prescrizioni stabilite; ed avviserà gli autori di non pubblicarli per esteso su altre riviste, prima che sieno comparse sugli *Atti*.

ART. 25. — L'autore d'ordinario ha diritto ad una sola correzione delle prove di stampa.

In caso di ritardo nel rinvio delle medesime, la Presidenza può provvedere alla correzione e procedere d'ufficio alla pubblicazione.

ART. 26. — Gli autori hanno diritto normalmente a 50 estratti gratuiti dei loro lavori.

La Presidenza potrà accordare cento estratti quando si tratti di lavori di speciale importanza pei quali l'autore abbia fatto motivata domanda immediatamente dopo la presentazione del suo lavoro.

Se ne richiederà un maggior numero, l'eccedenza verrà pagata al prezzo di costo.

Nel caso che la spesa per una pubblicazione sia giudicata eccessiva, la Presidenza chiede anticipatamente all'autore un contributo.

ART. 27. — Pubblicando su altri periodici lavori già stampati negli *Atti* o semplicemente comunicati alle Sezioni, gli autori devono fare esplicita menzione che tale lavoro è stato presentato alla Sezione o pubblicato negli *Atti* della A. E. I..

ART. 28. — Tutti i soci possono acquistare i lavori o i fascicoli arretrati degli *Atti* a prezzi speciali.

IX. Elenco dei Soci - Soci dimissionari o cessanti.

Scioglimento delle Sezioni.

ART. 29. — I soci che per qualsiasi causa cessano di far parte dell'Associazione perdono ogni diritto sulle proprietà sociali, sia delle Sezioni che della Associazione.

ART. 30. — Una Sezione può essere dichiarata sciolta dal Consiglio Generale quando per due anni consecutivi non abbia ottemperato ai suoi obblighi.

ART. 31. — La Presidenza di ogni Sezione manda nel mese di marzo di ogni anno all'Ufficio Centrale un Elenco dei propri soci, in ordine alfabetico.

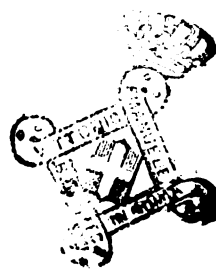
Approvato dal Consiglio Generale nella Seduta del 9 luglio 1905 in esecuzione del voto dell'Assemblea Generale di Napoli, 10 ottobre 1903 e modificato con votazione 5 gennaio 1907 e 14 giugno 1908.

BOZZI PIETRO. *Gerente responsabile.*

**Elenco dei Periodici ricevuti in cambio
dalla Biblioteca della Sede Centrale dell' A. E. I.**

1. — Atti della Reale Accademia dei Lincei - Roma.
2. — Bullettino delle Scienze Mediche - Bologna.
3. — Rivista dei Trasporti - Milano.
4. — Rassegna Mineraria Metallurgica e Chimica - Torino.
5. — Gazzetta Chimica Italiana - Roma.
6. — Rendiconti del Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere - Milano.
7. — Il Nuovo Cimento - Pisa.
8. — La Metallurgia Italiana - Milano.
9. — L'Industria Chimica - Torino.
10. — L'Ingegneria Ferroviaria - Roma.
11. — Annali della Società degli Ingegneri e degli Arch. Ital. - Roma.
12. — Annali di Elettività medica e Terapia Fisica - Napoli.
13. — Rivista Marittima - Roma.
14. — Rivista di Artiglieria e Genio - Roma.
15. — Rivista di Diritto Industriale Commerciale Artistico - Roma.
16. — Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane — Roma.
17. — Rivista delle Società Commerciali — Roma.
18. — Atti della Imperiale Reale Accademia di Scienze, Lettere ed Arti degli Agiati in Rovereto.
19. — Annaes Scientificos da Academia Polytechnica de Porto - Coimbra.
20. — La Ingenieria - Buenos Ayres.
21. — Revue pratique de l'Electricité - Paris.
22. — Bulletin de l'Association des Ingénieurs Eletriciens sortis de l'Institut Electrotechnique Montefiore - Bruxelles.
23. — Bulletin de la Classe des Sciences de l'Académie Royale de Belgique - Bruxelles.
24. — Bulletin de la Société Chimique de Belgique - Gand.
25. — Revue d'Electrochimie et d'Electrometallurgie - Paris.
26. — Bulletin et Comptes-Rendus Mensuels de la Société de l'Industrie Minérale - Saint-Etienne.
27. — Annales des Travaux Publics de Belgique - Bruxelles.
28. — Annales des Mines - Paris.
29. — Atti del Collegio degli Ingegneri e degli Architetti - Milano.
30. — Journal Télégraphique - Berne.
31. — Bulletin de la Société Internationale des Electriciens - Paris.
32. — Cosmos - Paris.
33. — Mémoires et Compte-Rendu des Travaux de la Société des Ingénieurs Civils de France - Paris.
34. — L'Industrie Electrique - Paris.
35. — Proceedings of the American Society of Civil Engineers - New York.
36. — Minutes of Proceedings of The Institution of Civil Engineers - Londra.

37. — Proceedings of the United States Navale Institute - Annapolis - Maryland.
38. — Journal of the Institution of Civil Engineers - Londra.
39. — Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers - Chicago.
40. — The Journal of the Franklin Institute - Philadelphia.
41. — The American Journal of Science - New Haven.
42. — The Illuminating Engineer - London.
43. — The Illuminating Engineer - New-York.
44. — Journal of the Royal Society of Arts - London.
45. — Bulletin of the Bureau of Standards - Washington.
46. — Mining Engineering - London.
47. — Science Abstracts - London.
48. — The Physical Review - Lancaster.
49. — Electrical Review - London.
50. — Electrical World - New York.
51. — The Tramway and Railway World - Glasgow.
52. — Engineering - London.
53. — Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens - Zurich.
54. — Sitzungsberichte des Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften - Vienna.
55. — Mitteilungen Uber Gegenstande des Artillerie und Geniewesens - Vienna.
56. — Zeitschrift fur Elektrochemie - Halle a. s.
57. — Elektrotechnischer Anzeiger - Berlin.
58. — Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen - Monaco.
59. — Zeitschrift fur Beleuchtungswesen - Berlino.
60. — Elektrotechnik und Maschinenbau, Vienna.
61. — Der Elektrotechniker - Vienna.
62. — Oesterreichische Eisenbahn-Zeitung - Vienna.
63. — Elektroteknisk Tidsskrift - Kristiania.
64. — Elettricità (Giornale Russo) - Pietroburgo.





ERCOLE MARELLI & C. - MILANO

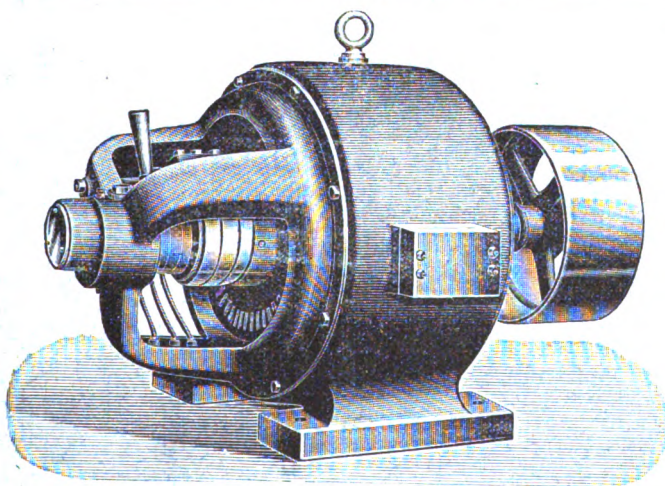
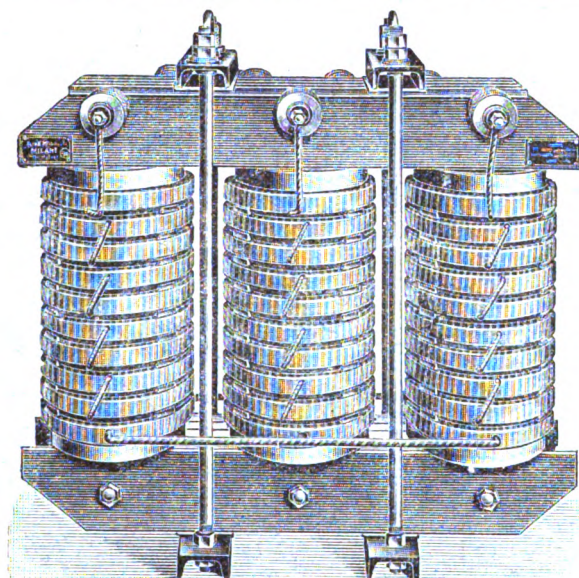
TELEFONI:
8-09 e 31-50

STABILIMENTI IN SESTO S. GIOVANNI

Casella Postale
1254

FABBRICA ITALIANA MACCHINE ELETTRICHE

VENTILATORI - MOTORI - POMPE - TRASFORMATORI



Filiali:

TORINO - GENOVA - PADOVA - FIRENZE - NAPOLI
PARIGI - BERLINO - VIENNA - LONDRA - BUENOS-AYRES

ING. S. BELOTTI & C.

☐ Telef. 73-03

☐ .. MILANO .. ☐

☐ Teleg. Ingbelotti

☐ CORSO P. ROMANA 76-78 ☐

FORNITURE

per la Costruzione e l'Esercizio

DI

TRAMVIE e FERROVIE

ELETTRICHE

Armamento sedi: Connessioni di rame; scambi, cuori, incroci in acciaio al manganese; utensili per la posa.

Armamento linee aeree: Isolatori, parafulmini, apparecchi di segnalazione, accessori.

Equipaggiamento vetture: Controller, automatici, resistenze, valvole, freni, ingranaggi: parti di ricambio relative.

Equipaggiamento rimesse: Tréteaux, martinetti, stufe per indotti, macchine per ribobinare armature e matassine, per rettificare collettori, ecc.

Fornitori delle Ferrovie dello Stato

e delle principali Tramvie e Ferrovie Elettriche d'Italia

Pubblicazione mensile.Conto Corrente con la Posta.**ATTI**

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA**UFFICIO CENTRALE**

Telefono 20-86

Telegrammi ASSELITA

MILANO, Via S. Paolo, 10

— Erecta in Ente Morale il 3 Febbraio 1910. —

Premiata con: Diploma di benemerenzza all'Esposizione di Como nel 1885 — Gran Premio all'Esposizione di Saint Louis nel 1904 — Gran Premio all'Esposizione di Brescia nel 1910.

INDICE.

N. 1. Résumé des Conférences et des Communications contenues dans la présente livraison.	Pag. 677
» 2. In memoria di Weber — Commemorazione fatta da L. LOMBARDI nella Sezione di Napoli	» 679
» 3. Sul disegno di legge per agevolare la costruzione di serbatoi e laghi artificiali — Comunicazione dell'Ing. F. RUFFOLO tenuta avanti la Sezione di Napoli	» 687
» 4. Alcune considerazioni su l'insegnamento Tecnico Superiore — Comunicazione fatta dal socio Ing. VALLAURI alla Sezione di Napoli	» 714
» 5. Comunicazioni della Presidenza — Riunione annuale dell' A. E. I. — (Genova 19-25 ottobre 1912)	» 726
» 6. Verballi delle Sezioni,	» 729
» 7. Recensioni	» 731
» 8. Indee dei più importanti articoli pubblicati nei periodici	» 744
Pubblicità Industriale da I a XII e da XIII a XXII	

Le riviste che desiderano riprodurre qualcuno degli articoli qui stampati sono pregati di indicare che sono presi dagli Atti della A. E. I.

PROPRIETÀ LETTERARIA**MILANO**

Stabilimenti Grafici STUCCHI, CERETTI & C.

16, Via S. Damiano — Via Vittadini, 5

1912

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

UFFICIO CENTRALE

MILANO = 10 - Via S. Paolo - 10 = MILANO

CONSIGLIO GENERALE

PRESIDENZA 1912-1914

Presidente LORI Prof. Ing. FERDINANDO — Padova;
Vice-Presidente BATTELLI ON. Prof. ANGELO, ROMA — LOMBARDI Prof. Ing. LUIGI, Napoli —
SEMENZA Ing. GUIDO, Milano;
Segretario Generale PARVOPASSU Ing. Prof. CARLO, Padova;
Vice-Segretario Generale BIANCHI Ing. ANGELO, Milano;
Cassiere BARBAGELATA Prof. Ing. ANGELO, Milano.

Consiglieri rappresentanti le Sezioni per il 1912.

BOLOGNA — Amaduzzi Prof. Lavoro, *Presidente* — Raffi Ing. Pasquale;
CATANIA — Fusco Ing. Francesco, *Presidente* — Carnazza On. Gabriello — Tricomi Ing. Bonaventura;
GENOVA — Rumi Prof. Ing. Cav. Uff. A. Serezo, *Presidente* — Königsheim Ing. Sigismondo — Pugliese Ing. Augusto
LIVORNO — Vivarelli Prof. Aristide, *Presidente* — Lodolo Ing. Cav. Alberto;
MILANO — Panzarasi Ing. Alessandro, *Presidente* — Bertini Ing. Angelo — Civita Ing. Domenico — Conti Ing. Comm. Ettore — Dantoni Ing. Filippo — Fenzi Ing. Enzo — Gadda Ing. Giuseppe — Jona Ing. Emanuele
— Motta Ing. Giacinto — Slucchi Prinetti Ing. Luigi — Vannotti Ing. Ernesto;
NAPOLI — Lombardi Prof. Luigi, *Presidente* — Bonghi Cav. Ing. Mario — Curti Ing. Cav. Camillo Albino —
Granafel Ing. Aslan — Vallauri Ing. Giancarlo.
PADOVA — Amati Ing. Giuseppe, *Presidente* — Milani Ing. Cav. Paolo;
PALERMO — Dina Prof. Ing. Alberto, *Presidente* — Bultafarri Ing. Gaetano;
ROMA — Del Buono Ing. Ulisse, *Presidente* — Ascoli Cav. Prof. Moisè — Majorana Prof. Comm. Quirino —
Mengarini Comm. Prof. Guglielmo — Piola Prof. Francesco;
TORINO — Tedeschi Comm. Inr. Vittorio, *Presidente* — Grassi Comm. Prof. Guido — Jarvis Ing. Tommaso —
Ferraris Ing. Prof. Lorenzo — Guagno Ing. Enrico.

CONSIGLI DELLE SEZIONI.

BOLOGNA, Via Pietrafitta, 11 — *Presidente*: Amaduzzi Prof. Lavoro; *Vice-Pres.*: Donati Ing. Alfredo; *Segretario*: Palagi Ing. Torquato; *Cassiere*: Gasparini Ing. Cleto; *Consiglieri*: Calzoni Ing. Adolfo, Cesari Ing. Ettore, Mantegazzini Ing. Giovanni, Novi Cav. Ing. Michelangelo.
CATANIA, Via Euplio, 56 — *Pres.*: Fusco Ing. Cav. Francesco; *Vice-Pres.*: Boggioni Prof. Enrico; *Segretario*: Battaglia Ing. Mario; *Cassiere*: Carzoneri Ing. Domenico; *Consiglieri*: Colaciuri Ing. Prof. Vincenzo, Fichera Ing. G. B., D'Amico Ing. Prof. Giuseppe, Tonkowitz Ing. Francesco.
GENOVA, Via Interiano, 3-6 — *Pres.*: Rumi Prof. Ing. A. Serezo; *Vice-Pres.*: Ronco Prof. Ing. Nino; *Segretario*: Anfossi Ing. Giovanni; *Cassiere*: Cappellini Cav. Vittorio; *Consiglieri*: Gariboldi Ing. Prof. Cesare, Galliano Ing. Salvatore, Dossanna Ing. Gustavo, Piaggio Ing. Carlo.
LIVORNO, Via Scali del Pesce, 3 — *Presidente*: Vivarelli Prof. Aristide; *Vice-Pres.*: Roselli Ing. Cav. Angelo; *Segretario*: Dalmedico Ing. Gustavo; *Cassiere*: Catani Ing. Gualberto; *Consiglieri*: Vespignani Cav. Giuseppe, Vivarelli Ing. Virginio.
MILANO, Via S. Paolo, 10 — *Pres.*: Panzarasi Ing. Alessandro; *Vice-Pres.*: Marizzi Ing. Giacomo; *Segretario*: Campos Ing. Gino; *Cassiere*: Bianchi Ing. Angelo; *Consiglieri*: Arcioni Ing. Vittorio, Brioschi Ing. Franco, Belluzzo Ing. Prof. Giuseppe, — Carcano Ing. E. Francesco — Piazzoli Ing. Emilio.
NAPOLI, Via Chiaia, 216 — *Presidente*: Lombardi Prof. Luigi; *Vice-Pres.*: Pizzuti Ing. Michele; *Segr.*: Massari Ing. Marino; *Cassiere*: Saggeze Ing. Achille; *Consiglieri*: Boubée Prof. Comm. F. C. Paolo, Ferrari Ing. Carlo, Indaco Prof. Vincenzo, Liguori Ing. Pirro, Ragno Prof. Saverio, Ruffolo Ing. Francesco.
PADOVA, Via Dante, 38 — *Presidente*: Amati Ing. Giuseppe; *Vice-Pres.*: Lori Prof. Ing. Ferdinando; *Segr.*: Levi Da Zara Dott. Mario; *Cassiere*: Turazza Prof. Giacinto; *Consiglieri*: Corinaldi Ing. Amedeo, Garazzolo Ing. Giuseppe.
PALERMO, Via Maqueda, 175 — *Presidente*: Dina Ing. Prof. Alberto; *Vice-Pres.*: Pagliani Prof. Cav. Stefano; *Segretario*: Santangelo Ing. G. Battista; *Cassiere*: Mastricchi Prof. Felice; *Consiglieri*: Arena Prof. Ing. Oreste, Ovazza Prof. Ing. Elia.
ROMA, Via delle Muratte, 70, (Palazzo dei Sabini) — *Presidente*: Del Buono Ing. Ulisse; *Vice-Pres.*: Revessi Ing. Prof. Giuseppe; *Segretario*: Carletti Ing. Aurio; *Cassiere*: Lattes Comm. Ing. Oreste; *Consiglieri*: Biagini Ing. Augusto, Bordoni Ing. Prof. Ugo, Corbino Prof. O. Mario, Di Pirro Comm. Prof. Giovanni, Fano Ing. Guido, Faranda Cav. Ing. Alberto.
TORINO, Galleria Nazionale — *Pres.*: Tedeschi Comm. Ing. Vittorio; *Vice-Presidente*: N. N.; *Segretario*: Ing. Palestrino Carlo; *Cassiere*: Luino Andrea; *Consiglieri*: Bisazza Ing. Cav. Giuseppe, Forster Ing. Paolo, Megardi Ing. Giuseppe, Rossi Prof. Andrea, Trasciatti Ing. Cav. Angelo, Valabrega Ing. Raffaele.

Presidenti antecedenti:

Prof. Comm. Galileo Ferraris (dal 27 Dicembre 1898 al 7 Febbraio 1897)
— Prof. Comm. Giuseppe Colombo (1897-1899) — Prof. Comm. Guido Grassi (1900-1902).
Prof. Comm. Moisè Ascoli (1903-1905) —
Ing. Cav. Emanuele Jona (1906-1908) — Ing. Prof. Luigi Lombardi (1909-1911).

MEMBRI DEL COMITATO DI REVISIONE DELLE NORME.

Prof. Ing. Lori Ferdinando, *Presidente* — Ing. Fano Guido — Ing. Prof. Ferraris Lorenzo — Ing. Giacinto Motta —
Ing. Pontiggia Luigi — Ing. Salvadori Riccardo — Ing. Bonzhi Mario (Napoli) — Ing. Carazzolo Giuseppe (Padova) —
Ing. Dal Medico Gustavo (Livorno) — Ing. Del Buono Ulisse (Roma) — Prof. Dina Alberto (Palermo) —
Ing. Jona Emanuele (Milano) — Ing. Königsheim Sigismund (Genova) — Prof. Majorana Quirino (Roma) —
Ing. Marioni Salvatore (Bologna) — Ing. Morelli Ettore (Cons. Gen.) — Ing. Raffi Pasquale (Bologna) —
Ing. Semenza Guido (Cos. Gen.) — Ing. Soleri Elio (Torino) — Ing. Trossarelli Ottavio (Torino) —
Ing. Uff. Utili Giuseppe (Napoli) — Ing. Vannotti Ernesto (Milano) — Ing. Vismara Enrico (Catania).

ATTI

DELL'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

Ufficio Centrale: MILANO

N. 1.

RÉSUMÉ DES CONFÉRENCES ET DES COMMUNICATIONS CONTENUES DANS LA PRÉSENTE LIVRAISON

L. LOMBARDI. — Commémoration de H. F. Weber.

F. RUFFOLO. — **Projet de loi pour faciliter la construction des réservoirs et des lacs artificiels.**

Dans une précédente communication en 1906 M. Ruffolo a donné une statistique complète de l'importance des forces hydrauliques dans les périodes des basses eaux, pour les rivières de l'Italie centrale et méridionale.

L'auteur déduit, des données de chaque province, la nécessité de tirer profit des réservoirs pour utiliser les crues.

Le coût des barrages ne permet pas, dans la généralité des cas, d'exécuter de semblables ouvrages sans le secours de l'Etat, ainsi qu'on l'a bien compris en Espagne, où, grâce à l'intervention de l'Etat, les constructions des barrages constituent l'admiration du monde technique.

La loi présentée à la Chambre des Députés le 5 Mars dernier, ayant pour titre :

« Disegno di legge per agevolare la costruzione di serbatoi e laghi artificiali », ne donnera pas, selon M. Ruffolo, les bénéfices désirés.

En effet ce projet de loi encourage la construction des réservoirs qui pourront être construits dans les vallées où l'Etat doit exécuter des ouvrages hydrauliques nécessaires au bon régime des rivières; et cet encouragement consiste en des subventions qui pourront atteindre le montant des ouvrages qui étaient à la charge de l'Etat, et qui seraient économisés par les réservoirs.

C'est un espèce de *do ut des* entre l'Etat et le concessionnaire.

Par contre, pour tous les réservoirs qui pourront être projetés dans les vallées où il n'y a pas d'ouvrages à construire par l'Etat, et où par conséquent l'Etat n'a rien à épargner, le montant total des subventions, *pour toute l'Italie, sera de cinquante mille francs seulement!*

Le projet présenté serait donc *une loi d'intérêt particulier, et non pas une loi d'intérêt général.*

M. Ruffolo enfin démontre la difficulté d'appliquer les articles du projet de loi, et la possibilité qu'ils ne soient pas interprétés d'une manière uniforme.

Le Gouvernement devrait, selon l'auteur, révenir sur son projet, et avoir sous les yeux les lois de 1886 et 1888, d'après lesquelles l'Etat pourrait subventionner les réservoirs et les ouvrages de dérivation y relatifs.

G. VALLAURI. — Quelques observations sur l'enseignement technique supérieur.

L'auteur expose les impressions qu'il a reçues et les réflexions, qui lui ont été inspirées par son séjour dans l'institut électrotechnique d'une école polytechnique allemande.

N. 2.**IN MEMORIA DI H. F. WEBER**

*Commemorazione letta da L. LOMBARDI nella Sezione di Napoli
il 29 giugno 1912*

H. F. Weber nacque in Magdala, presso Weimar, il 7 novembre 1843 da una modesta famiglia di commercianti, e morì il 24 maggio u. s. in età di 69 anni, di cui 47 aveva dedicato all'insegnamento, e 37 aveva trascorso nella Scuola Politecnica di Zurigo.

Compì gli studi secondari nel ginnasio di Weimar; studiò matematica, fisica e filosofia nella Università di Iena. Giovanissimo sentì una forte inclinazione verso gli studi di matematica, ma poi finì per consacrarsi interamente alla fisica teorica e sperimentale.

Uno dei suoi primi maestri fu Abbe, che dall'a conoscenza profonda dell'ottica trasse elementi preziosi per migliorare la costruzione degli strumenti, onde fu celebre la industria di Iena; da Lui Weber trasse quella mirabile fiducia in sè stesso, e nella potenzialità delle forze individuali, che gli fu sprone nella sua lunga carriera, e lo condusse a conquistare per aspro cammino le vette più eccelse. Da Kuno Fischer Egli apprese i sottili legami fra la filosofia e la scienza sperimentale, di cui più tardi vide completarsi la sintesi meravigliosa nel genio di Helmholtz.

I suoi primi lavori compì sotto la guida di Kirchhoff, mentre insegnava privatamente a Pforzheim; fu poi un anno assistente di Wiedemann a Karlsruhe, nel 1871 divenne primo assistente di Helmholtz, quando questi assunse la cattedra di Fisica a Berlino. Nel 1874 ebbe la cattedra di Fisica e matematica nell'Accademia Reale di Hohenheim. Al termine di una sua lezione, in cui un'estraneo l'aveva diligentemente ascoltato, Egli rimase non poco meravigliato, di vedersi offrire da questi la Cattedra di Fisica di Zurigo; era il vecchio Kappeler, presidente del Consiglio scolastico federale, che usava in tal modo personalmente assicurarsi delle attitudini dei suoi futuri insegnanti.

Nello stesso anno, in cui Egli assunse il nuovo ufficio, sposò la signorina Anna Hochstetter, colla quale convisse in felicissima unione fino alla morte. Una giovane figlia fu Loro strappata da un morbo crudele; ma quattro figli maschi, su l'esempio del Padre, iniziarono già brillantemente la loro car-

riera ; uno è chimico, uno geologo, uno ingegnere ed uno medico ; il quinto studia ancora medicina a Iena.

I lavori più importanti di Weber nel campo dell'a Fisica generale riguardano problemi di ottica, di termologia, di elettricità e di diffusione, e sono sparsi negli Atti delle maggiori Accademie tedesche, e nelle principali riviste scientifiche.

Ricordo fra i lavori di ottica le sua tesi di dottorato (1865), sui nuovi problemi della diffrazione dell'a luce ; la teoria delle figure anortoscopiche (1867), quella dei fenomeni di interferenza di Fresne! (1879) ; lo sviluppo della emissione luminosa dai corpi solidi incandescenti (1887) e le ricerche su la radiazione (1888-1892). Queste Lo condussero a formulare quella teoria dell'a luce elettrica a incandescenza, che Weber presentò al Congresso internazionale di Francoforte nel 1891, e nell'a quale Egli riuscì con mirabile sintesi a dedurre da un'unica formola fondamentale la spiegazione di tutti i fenomeni singolari che si presentano nel funzionamento dell'e lampade a filamento di carbone, corroborandone i risultati con un abbondantissima serie di esperienze accurate.

La formola fondamentale di Weber non è in perfetto accordo colle leggi dell'a radiazione, stabilite più tardi per il corpo nero perfetto da Wien, Stefan e Plank, per cui la teoria di Weber è stata in questi ultimi anni ripetutamente discussa e criticata. È da notare però che i filamenti di carbone e quelli di metallo si comportano in modo assai diverso dal corpo nero ideale, e la nuova teoria della radiazione non ebbe per anco ad essi applicazione sistematica, non potendosi considerare come tale la dimostrazione approssimata della relazione di Voit, che stabilisce per le lampade a carbone una proporzionalità quasi costante della luce emessa al cubo della energia totale assorbita, fatta da Lucas in base alla legge di Stefan. Quell'a relazione bensì, e la peculiare variazione della economia della lampada al variare della temperatura del filamento, non ebbero finora, se non per la teoria di Weber, una spiegazione esauriente ed una conferma di carattere rigoroso.

Fra i lavori di Weber nel campo della termologia sono rimasti classici quello sul calore specifico del Carbonio, del Boro e del Silicio, (1872-74), nonché le ricerche sulla conduttività dei liquidi (1879-80), e sul rapporto fra la conduttività termica e quella elettrica dei metalli (1880-85). Nel primo di essi Egli mise in evidenza il comportamento singolare di quei tre elementi, i quali posseggono un calore specifico eminentemente variabile colla temperatura, e chiari in tal modo l'anomalia da essi presentata alla temperatura ordinaria rispetto alla legge di Dulong e Petit, che stabilisce per tutti i corpi semplici la costanza del calore atomico.

Su l'importanza eccezionale di questo lavoro di Weber richiamò l'attenzione degli studiosi Einstein nel 1905 quando, cercando di applicare alla meccanica dei corpi materiali la teoria geniale di Plank su la divisibilità limitata della energia, che scaturisce dalla limitata divisibilità delle masse elettriche, egli riuscì a dedurre teoricamente la variabilità del calore specifico, scoperta da Weber trent'anni prima nei tre elementi che si ritenevano eccezionali. Le ricerche posteriori a bassa temperatura hanno poi dimostrato che il compor-

tamento di quei tre elementi non costituisce un'anomalia, perchè la massima parte delle altre sostanze, fra limiti convenientemente estesi di temperatura, offre un comportamento perfettamente analogo.

Per lo studio della conduttività termica dei liquidi Weber ideò un metodo originale, che permette di escludere quasi completamente i fenomeni di convezione, e che si adopera ancora oggi in molti laboratori. Per il confronto della conduttività termica ed elettrica nel medesimo campione di metallo Egli fece ricorso ad un'armilla circolare, per la quale la teoria della propagazione termica era già stata sviluppata da Fourier, e per cui la misura della propagazione elettrica in presenza di una calamita oscillante si potè ricondurre alla determinazione elegante dello smorzamento dovuto alle correnti indotte.

Il lavoro, pubblicato nel 1878, su la diffusione in seno alle soluzioni acquose contiene una serie di ricerche accuratissime, eseguite misurando le f. e. m. variabili fra elettrodi immersi, e permise all'Autore di formulare con grande precisione la legge elementare del fenomeno, che presenta analogia con quella della propagazione del calore e della elettricità.

Nel campo della elettricità e del magnetismo, oltre ai lavori precedenti, sono da ricordare le misure assolute di resistenza della unità Siemens (1884-86), che Egli, eseguì d'accordo col Comitato internazionale incaricato di stabilire la grandezza e definizione delle unità elettriche fondamentali; a questo appartennero per l'Inghilterra Lord Kelvin e Silvanus Thompson, per la Germania Helmholtz e Kohl'rausch, per la Francia Mascart, per l'Italia Roiti e Galileo Ferraris. Altri lavori importanti vennero pubblicati da Weber sui fenomeni di induzione nel telefono (1878); sui coefficienti di selfinduzione dei circuiti metallici (1886), ove sotti'mente si criticano alcune errate deduzioni di Hughes, circa la variabilità del coefficiente di selfinduzione nei circuiti composti di sostanze non magnetiche, e di diverse dimensioni; su la teoria del ponte di Wheatstone (1887); su la selfinduzione delle spirali bifilari (1886); sul comportamento delle sostanze dielettriche nei campi alternativi (1896), e su l'influenza della forma del potenziale e della corrente alternata nelle misure di capacità e di selfinduzione (1897).

Questo complesso di lavori è per sè stesso tale, da assicurare al loro Autore un posto eminente fra i cultori della fisica teorica sperimentale; e tuttavia esso non rappresenta che una piccola parte della produzione scientifica di Weber, che sentiva una spiccata ritrosia contro le forme comuni della pubblicità, e che si compiaceva di riservare ai suoi all'nni la primizia delle sue ricerche originali. Perciò nell'Istituto Fisico di Zurigo studiosi di tutte le parti del mondo accorrevano per eseguire sotto la guida sapiente del Maestro le più delicate ricerche, onde la messe meravigliosa accrebbe singolarmente fama a quella Scuola, portandola a live'lo delle più celebrate Istituzioni scientifiche.

E però gli studi di fisica pura non assorbivano che una parte dell'attività mirabile di Lui, il quale trovò lena e mezzi per approfondire le questioni più interessanti della tecnica, e seppe arricchire fin dall'origine il suo Laboratorio dei mezzi più grandiosi di pratica sperimentazione.

Rammento solo a titolo di esempio, fra le installazioni già eseguite venti anni fa, all'epoca del mio ingresso nell'Istituto, la bellissima collezione di

macchine dinamo elettriche, trasformatori e strumenti di misura; quella per le ricerche di alto potenziale, comprendente una batteria di accumulatori di 10.000 elementi per 20.000 volt; quella per lo studio della propagazione delle correnti nei circuiti a capacità distribuita, ricca di un cavo artificiale della resistenza di 365.000 ohm e della capacità di 600 microfarrad. Di tutti i capitoli del suo insegnamento Egli era in grado così di corroborare la trattazione magistrale, che nulla aveva di comune coi soliti sviluppi scolastici, mediante i risultati di misure da Lui eseguite; in tutti i problemi pratici Egli apportava il contributo della sua illuminata esperienza.

A noi giova in questa sede soprattutto considerare Weber sotto questo aspetto, come uno dei grandi pionieri della nostra scienza Elettrotecnica, poiché il suo nome si collega ai fatti storici più importanti che ne caratterizzarono lo sviluppo trionfale durante l'ultimo quarto di secolo.

Per ben comprendere l'importanza dell'opera di Weber in questo campo, bisogna riportarsi al tempo in cui l'industria delle macchine elettriche era ancora bambina, e quando i primi tentativi dei fabbricanti preludevano appena in modo imperfetto ai risultati grandiosi della moderna trasmissione dell'energia. Dopo le classiche esperienze di Deprez, che per primo aveva segnalato la necessità di elevare la tensione per accrescere l'economia della trasmissione, uno dei primi impianti industriali per il trasporto dell'energia elettrica a distanza fu eseguito nel 1887 dalla Casa di Oerlikon fra Kriegstetten e Soothurn; in esso era impiegata la corrente continua con una tensione di 2500 volt; la linea era lunga 8 km.; l'energia trasmessa 50 cavalli.

Non sembrando completamente attendibili i risultati delle prime misure, effettuate con apparecchi meccanici da Amsler-Laffon, Weber fu incaricato di eseguire le misure elettriche coi metodi più rigorosi. Gli strumenti industriali del tempo non potevano pretendere ad alcuna esattezza; fu giocoforza provvedere con istrumenti da laboratorio, fabbricati o adattati nella piccola officina della Scuola. La corrente venne misurata con grandi bussole delle tangenti, in sistema differenziale; la tensione mediante galvanometri a riflessione, tarati con pile Daniell; la componente orizzontale del campo terrestre fu verificata nei luoghi di sperimentazione mediante strumenti magnetometrici; l'isolamento della linea fu dedotto misurando con grandissima cura le correnti alle due estremità. Il rendimento totale, dall'asse della turbina che comandava la generatrice fino alla puleggia del motore elettrico nella stazione ricevitrice, fu constatato in tal modo dall'ordine di 75 %; quello delle due macchine elettriche 87 e 89 %.

I risultati delle misure di Weber, pubblicati nel 1888, diedero un impulso efficace agli impianti di trasmissione, e suscitavano in tutto il mondo un grande interesse.

Negli anni successivi furono introdotti perfezionamenti considerevoli nella tecnica delle costruzioni elettromeccaniche, e si vennero eseguendo i primi esperimenti colle correnti alternate. In occasione della esposizione internazionale di Francoforte nel 1891 un trasporto senza paragone più importante venne eseguito fra Lauffen e quella città, all'a distanza di 170 km. impiegando per la prima volta le correnti trifasi, generate da un apposito alternatore,

il cui tipo a poli alternati, con unica spirale di eccitazione, porta ancora il nome di Lauffen, e si trova descritto in tutti i trattati della materia; le correnti erano trasformate mediante apparecchi statici ad una tensione di circa 8000 volt. Nel recinto della esposizione la energia era impiegata ad alimentare, a fianco di una batteria di lampade a incandescenza, il primo grande motore industriale a campo Ferraris, accoppiato a una pompa. Ispirandosi ad un concetto elevato, la Direzione dell'Esposizione aveva stabilito, anzichè di conferire ai principali espositori i soliti diplomi di onorificenze, di sottoporre gli oggetti esposti all'esame di una Commissione tecnica competente, la quale aveva il mandato di eseguire su di essi le misure più diligenti, e di pubblicarne i risultati.

Di quella Commissione facevano parte G. Ferraris ed H. F. Weber, in un cogli altri più celebri elettricisti di tutto il mondo. Le esperienze su la trasmissione di energia vennero affidate al nono gruppo, ed eseguite per la parte elettrica sotto la Direzione esclusiva del prof. Weber; per la parte idraulica sotto quella del prof. Teichmann. I risultati vennero consacrati in una mirabile relazione del prof. Weber, nella quale sono separatamente determinati i rendimenti di tutte le parti de' l'impianto, e discusse in modo magistrale le influenze della capacità distribuita lungo la linea e degli altri fenomeni secondari. Il rendimento della trasmissione, dall'albero della turbina alla rete terziaria di distribuzione, variò da 68,5 a 75,2 %; l'unica perdita misurabile di energia nella linea risultò quella dovuta all'effetto di Joule; l'influenza della capacità elettrostatica per frequenze comprese fra 30 e 50 periodi al 1" apparve trascurabile.

Ancora qui Weber aveva provveduto coi mezzi del suo laboratorio ad allestire i necessari strumenti, trasformando opportunamente alcuni wattometri originari di Ganz, in modo da poterli sottoporre a correnti molto intense, ed eseguendone la taratura minuziosa mediante strumenti normali.

Per il rigore col quale tali esperienze vennero eseguite e interpretate, e per la grande sicurezza colla quale esse permisero di chiarire per la prima volta parecchie delicate questioni relative alle trasmissioni di energia con correnti di alto potenziale, esse costituiscono ancora oggi uno dei capisaldi della elettrotecnica moderna, e contribuirono ad accrescere singolarmente la fiducia nell'impiego delle correnti polifasi e dell'alta tensione.

Nel 1897, unitamente a G. Kapp ed a S. Thompson, Weber fu incaricato di dare un parere circa il limite più elevato di tensione, ammissibile nelle linee di contatto delle ferrovie elettriche, e personalmente non esitò a sottoporsi a prove esaurienti, in condizioni abbastanza pericolose di tensione e di isolamento, circoscrivendo bene i limiti entro i quali il contatto unipolare o bipolare colle linee di alta potenziale può riuscire innocuo per le persone.

Nel 1899-900, unitamente all'ing. Lindley e al prof. Schröder, eseguì le prove di collaudo sul primo turboalternatore da 1000 kilowatt fornito dall'a Casa Parson per l'impianto di Elberfeld. E innumerevoli altri incarichi di consulenza egli assolvette, per mandato di Società private e di pubbliche amministrazioni, portando in tutte le questioni più gravi il contributo della sua profonda competenza, in un coi criteri della più severa correttezza profes-

sionale. Pel giudizio intorno ai progetti di illuminazione e distribuzione dell'energia per la Città di Francoforte s. M., fece parte della Commissione insieme a Galileo Ferraris, e nel collaudo dell'impianto, colà eseguito dalla Casa Brown Boveri, mi volle con sè, come suo assistente e modestissimo collaboratore.

Non è il caso di ricordare gli innumerevoli altri uffici da Lui tenuti per la compilazione delle leggi federali in materia elettrica, come membro di commissioni governative e internazionali, e come giurato e rappresentante nelle esposizioni e nei congressi più importanti.

Se a questa mole immane di lavoro tecnico e scientifico si aggiunga l'opera impareggiabile da Lui spesa in pro dell'insegnamento, solo si può avere un'idea della formidabile attività di quest'Uomo, che dalla speculazione più astratta nel campo della fisica matematica scendeva colla stessa lucidità a discorrere dei problemi più importanti della elettrotecnica applicata; che per l'austerità del carattere, e non per falsa modestia, rifuggiva da ogni pompa esteriore e da ogni ricerca di celebrità; e che non legò il suo nome ad alcuna scoperta onde gli potesse venire fama e ricchezza, perchè le sue forze ritenne solo adeguate all'esaurimento della missione che così nobilmente s'era assunta.

Ogni giorno dell'anno, se per avventura nol distogliessero gravi ragioni di malattia, od imprescindibili uffici esterni, era primo a entrare, ultimo a uscire dal suo Istituto, dove impartiva a un tempo i corsi sistematici di fisica applicata e di elettrotecnica, e svolgeva i capitoli scelti di fisica matematica, e teneva i seminari di conferenze per i candidati all'insegnamento superiore; del tempo ulteriore non sdegnava consacrare la maggior parte al colloquio personale coi praticanti, e discuteva con passione i risultati delle loro ricerche, e controllava invariabilmente anche le più modeste esperienze, eseguite a scopo di pratica esercitazione. Non un lavoro di Weber porta il segno di una estranea collaborazione; e per contro centinaia di lavori si pubblicarono dai suoi alunni e assistenti, in ognuno dei quali è facile rintracciare l'ispirazione sapiente del Maestro.

Durante i periodi scolastici ogni attività di ricerche personali era da Lui interrotta, per consacrarsi interamente alle cure dell'insegnamento; ma quando nelle ferie più solenni o nei mesi più caldi lo sciame dei giovani alunni ed assistenti si era disperso, lassù nella quiete del grande edificio, innanzi al panorama meraviglioso del lago e delle montagne, una voce sola si udiva, e rintronava un solo rumore; la voce di Lui, che al suo fido inserviente impartiva le disposizioni per le manovre degli apparecchi: il rumore delle macchine, a cui Egli non dava tregua per raccogliere tutto il materiale necessario alle sue future ricerche.

L'Istituto Fisico di Zurigo venne eretto fra il 1886 e il 1890 su piani interamente elaborati sotto la direzione del prof. Weber, che, precorrendo i tempi, lo volè dotato di mezzi che lo rendessero atto a soddisfare tutte le esigenze della scienza e della tecnica, poichè dell'una e dell'altra Egli intuiva fin d'allora l'enorme sviluppo.

In quell'Istituto, indirizzatovi da G. Ferraris, io ebbi la fortuna di essere accolto e ospitato durante cinque interi anni, prima come studente dei corsi di perfezionamento, poi come assistente e come libero docente, e fu ventura

mia poter ricevere colà le comitive di studenti, che dalle scuole di Napoli e di Torino lo vennero parecchie volte a visitare.

Posteriormente in Austria e in Germania furono costruiti Istituti, che per la grandiosità della mole e per la ricchezza delle dotazioni hanno notevolmente superato quello di Zurigo; ma forse in nessuno di essi furono così felicemente armonizzati i mezzi e i concetti direttivi per gli insegnamenti della fisica e della elettrotecnica, che fra di loro debbono essere così strettamente coordinati, e che nella scuola di Zurigo trovarono la loro incarnazione in un Uomo di coltura eccezionale.

In quella stessa città un altro edificio grandioso, eretto una diecina di anni dopo accoglie ora d'altronde i macchinari elettrici più potenti, colle motrici termiche e idrauliche, e completa così con un vasto laboratorio di meccanica il gruppo ammirabile degli Istituti scientifici, che sulla altura dello Zürichberg fanno degna corona al vecchio edificio dell'Università e del Politecnico federale. In quel Politecnico e in quegli Istituti furono educate parecchie generazioni di alunni, accorsi da tutte le parti del mondo a udire la parola di maestri celebrati nelle più svariate discipline: matematici come Geiser, Hurwitz e Rudio, per non risalire a Culmann e Steiner; meccanici come Herzog, Stodola e Tetmajer; tecnici come Präsil e Wyssling; costruttori come Ritter e Zehokke; chimici come Lunge, Bamberger e Treadwell; geologi come Heim; fisici come Weber e Weiss. In Italia è un manipolo di insegnanti e di valenti ingegneri che attinsero in quell'ambiente i più solidi elementi della loro coltura, o ne trassero i germi della loro attività industriale: ricordo solamente a titolo di personale deferenza i nomi dei professori Ancona, Cavalli, Dina, Veronese, Villavecchia, e quelli degli ingegneri Clerici, Diatto, Incisa, Straneo, Piva, Pavia, Tajani, Tedeschi, Tosi, ecc.

In nome di questa schiera privilegiata di amici e colleghi, i quali al par di me hanno in cuore un ricordo incancellabile del tempo passato a Zurigo, io assolvo un sacro debito di riconoscenza rievocando il nome e la memoria di quegli uomini insigni, che col loro insegnamento e col loro esempio così potentemente contribuirono alla nostra educazione tecnica e scientifica, ed alla formazione del nostro carattere.

Ma qui, in seno alla nostra Associazione Elettrotecnica, che si è costituita nel nome e sotto gli auspici di G. Ferrari, permettete che io associ particolarmente all'immagine e alla memoria di Lui quella del prof. Weber, che di Lui fu tra i più grandi amici ed estimatori, e che, mentre a me comunicava nel laboratorio di Zurigo la sera dell'8 febbraio 1897 la morte del nostro Grande, io vidi commosso fino alle lacrime e pervaso da un'onda di tenerezza squisita. Quanto fedelmente di Lui si può ripetere ciò che Egli allora scrisse di Galileo Ferraris: *L'opera di Lui riuscì feconda perchè Egli era un Fisico completo* (ein ganzer Physiker).

Anime elette, che in vita accomunò il culto ideale della scienza, e che ora aleggiate nel mondo degli spiriti immortali, in quella mirabile armonia onde solo s'appaga e si calma la brama insaziata e l'infinito travaglio della nostra esistenza; rivolgete ancora un benevolo sguardo alla prediletta schiera dei Vostri alunni, e, come nell'ambito della Scuola li seppe affascinare la Vostra

parola, ora li ammonisca il Vostro esempio, e li sorregga nella lotta diuturna, rendendoli degni di Voi, e degli ammaestramenti che loro avete impartito. Nelle opere Vostre è il grande monumento, che consacra il Vostro genio all'ammirazione delle generazioni future; ma nell'animo nostro è l'immensità dell'affetto, che circonda la Vostra memoria, e Vi consacra alla nostra venerazione.

Il retaggio della Vostra gloria darà alla Patria il vanto di aver posseduto uomini grandi; l'esempio della Vostra bontà darà alla Umanità la ricchezza di uomini migliori.

N. 3.

SUL DISEGNO DI LEGGE PER AGEVOLARE LA COSTRUZIONE DI SERBATOI E LAGHI ARTIFICIALI

*Comunicazione dell'Ing. F. RUFFOLO tenuta avanti la Sezione di Napoli
il 20 Giugno 1912*

I.

Una legge che realmente agevoli e sussidi, senza grandi difficoltà d'ordine burocratico, le raccolte di acqua — piccole o grandi che siano — segnerà nella storia della nostra legislazione il punto più luminoso della serie di provvedimenti di governo, tradotti in norme legislative in questo ultimo ventennio della nostra gloriosa vita di Nazione.

Una prima iniziativa, nel senso di agevolare gli sbarramenti montani, è dovuta ai nostri Ministri On. Sacchi e Nitti, i quali perciò meritano il plauso unanime di tutte le provincie d'Italia, specialmente meridionali, per aver presentato nel passato Marzo alla Camera dei Deputati un disegno di legge per favorire le costruzioni di serbatoi e di laghi artificiali.

Sono però convinto che tale bella iniziativa non possa sortire alcuno dei benefici desiderati, ed eccone le ragioni.

L'importanza dell'argomento, il mio lavoro di parecchi lustri, modesto sì, ma tenace e dispendioso e sempre inteso a migliorare, appunto con raccolte di acqua, la dotazione delle forze idrauliche del Paese, giustificano il mio intervento nell'esame del disegno. Per altro, l'alta fattiva sapienza delle LL. EE. Sacchi e Nitti, la liberalità cui s'ispira ogni loro atto mi affidano pienamente, e sono quindi certo che con benevolenza, come sempre, porgeranno ascolto alle mie considerazioni.

Mi è necessario però premettere dei dati di fatto sulla consistenza delle nostre forze idrauliche, dell'Italia centrale e meridionale specialmente, nonché i dati tecnico-economici dei principali serbatoi e laghi artificiali di altri Paesi.

II.

Fin dall'ottobre 1907, quando cercavo di dimostrare che un disegno di legge, allora presentato, sulle derivazioni di acque pubbliche, era in grande discordanza con la consistenza reale delle forze idrauliche dei fiumi dell'Italia centrale, meridionale e Sicilia, pubblicai una monografia sulla entità di queste forze, sulle quali credevo di non dover più ritornare. Però, con mia meraviglia, poco tempo fa, notai che si pubblicarono, in un accreditato periodico tecnico italiano, delle statistiche sulle nostre forze idrauliche, le quali facevano capo alle pubblicazioni del Demanio del 1898 o ad altre simili pubblicazioni, che hanno attinto alla cennata fonte notizie errate di sana pianta.

In una discussione di legge come questa dei serbatoi, il cui scopo è quell' di aumentare la dotazione utilizzabile dei nostri fiumi, è opportuno ripetere la consistenza vera delle forze idrauliche, in tempi di magra, dell'Italia centrale e meridionale.

Questa consistenza è ricavata dalle pregevoli pubblicazioni della Carta Idrografica d'Italia, iniziate con tanta sapienza dallo Zoppi, e continuate poi dall'infaticabile Ing. Perrone del Ministero di Agricoltura.

La mia statistica non si basa quindi sui calcoli teorici delle precipitazioni nei bacini imbriferi, o su ipotesi più o meno razionali di questo od altro autore; ma è fondata sulle esperienze eseguite dagli ingegneri che presiedono agli studi della Carta Idrografica d'Italia.

Ecco lo specchio per provincia, riprodotto con le medesime note con le quali le pubblicai nel 1908.

Consistenza delle forze idrauliche
dell'Italia Centrale e Meridionale

PROVINCIE	Secondo la statistica del Demanio del 1898	Secondo i dati della carta idrografica d'Italia raccolti dall'Ing. RUFFOLO nel 1906
Ancona	3 455	3 000
Ascoli	23 764	21 100
Macerata	4 371	3 000
Pesaro Urbino	7 946	3 000
Marche	39 536	30 100
Arezzo	3 525	9 000
Firenze	52 515	
Grosseto	101 511	
Livorno	344	
Lucca	15 965	
Massa Carrara	75 338	13 000
Pisa	— —	500
Siena	— —	4 713
Toscana	249 198	59 529

PROVINCIE	Secondo la statistica del Demanio del 1898	Secondo i dati della carta idrografica d'Italia raccolti dall' Ing. RUFFOLO nel 1906.
Perugia (Umbria)	231 193	224 300
Roma (Lazio)	106 686	84 571
Aquila	276 104	107 000
Chieti	16 376	132 600
Teramo	9 641	32 300
Campobasso	5 147	60 800
Abruzzi e Molise	307 268	332 700
Avellino	21 115	13 000
Benevento	24 332	5 000
Caserta	206 384	50 000
Napoli	— —	1 000
Salerno	36 059	69 000
Campania	287 890	138 000
Bari	— —	— —
Foggia	23 793	400
Lecce	— —	— —
Puglie	23 793	400
Potenza (Basilicata)	4 914	45 900
Cosenza	8 245	70 000
Catanzaro	20 275	27 700
Reggio	141 922	2 300
Calabria	170 442	99 300
TOTALE ITALIA CENTRALE E MERIDIONALE	1 420 980	1 014 800

Il precedente quadro trova una conferma nel seguente (*ufficiale*).

VERSANTI	Massima magra HP	Magra ordinaria HP	Utilizzata od in corso di utilizzazione HP
Fiumi del Versante Tirreno (da Genova allo stretto di Messina)	575 000	750 000	200 000
Fiumi del Mar Jonio	110 000	150 000	3 000
Fiumi del Versante Adriatico da Rimini al Capo di Leuca	260 000	325 000	92 000
TOTALE ITALIA CENTRALE E MERIDIONALE HP	945 000	1 225 000	295 000
SICILIA	15 000	25 000	2 000

• La relazione ufficiale aggiunge:

« Nel 1902 dall'ufficio competente era stato pure calcolata, con discreta approssimazione, in 2.300.000 cavalli vapore la forza idraulica totale per tutto il Regno, che si credeva potesse ottenersi colle acque di massima magra dei corsi di acqua a deflusso minimo non inferiore a mezzo metro cubo al l''. Ora dopo più minuto esame e miglior conoscenza dei nostri fiumi, l'ufficio crede di dover confermare tale calcolo (1).

« Però, onde siano note le vere condizioni delle nostre forze idrauliche sembra opportuno far osservare che siccome molte industrie fanno assegnamento non solo sulle portate di massima magra, le quali non tutti gli anni avvengono ed hanno breve durata, ma anche e più particolarmente sulle magre ordinarie annuali, e fors'anche su qualche cosa di più, la vera forza motrice utile debba ragguagliarsi a tre milioni di cavalli-vapore, rimanendone ancor disponibile un milione per quelle particolari industrie che consentono per alcuni mesi dell'anno una diminuzione di lavoro e per i modestissimi opifici sparsi nelle piccole valli.

« La parte utilizzata di queste forze idrauliche è aumentata nell'ultimo decennio in modo notevolissimo. Nel 1898 erano circa 300.000 cavalli-vapore impiegati nell'industria; il primo gennaio 1904 tale cifra era salita a 490.000 ed oggidì sebbene non si conoscano i dati ufficiali, pure si può affermare che ascenda a 600.000 a' meno.

La potenzialità idrica in HP teorici dell'Italia centrale e meridionale e la disponibilità delle forze a tutto il 1904 (2) risulta dal seguente quadro, dove l'entità delle forze idrauliche è data per Compartimento come meglio e più esattamente ho potuto, perchè spesso l'istesso bacino imbrifero si distende in più province e viceversa.

COMPARTIMENTO	Potenzialità in migliaia di HP dei relativi bacini fluviali	Concessioni a tutto il 1 gennaio 1909 in migliaia di HP	Rimanenza al 1 gennaio 1904 in migliaia di HP
Toscana	60	16	44
Marche	30	6	24
Umbria	224	30	194
Roma	85	19	66
Abruzzi	272	39	233
Molise	61	1	60
Italia Centrale.	732	111	621
Campania	138	13	125
Basilicata	46	1	45
Puglie	—	—	—
Calabrie	99	1	98
Italia meridionale	283	15	268
Italia centrale e meridionale	1015	126	889

(1) La dotazione dell'Italia centrale e meridionale essendo di 1.000.000 HP teorici, si dedurrebbe che la consistenza dell'Alta Italia oscillerebbe intorno al milione e mezzo di HP teorici.

(2) La disponibilità *attuale* deve differire poco da quella del 1906, giacchè di concessioni in questi ultimi anni ne furono fatte in numero limitato.

Le disponibilità trovate sono state calcolate a base delle portate di magra e traendo profitto dell'intera *cadente di ogni corso di acqua*, principale e secondario. In conseguenza, per ottenere le forze *realmente* utilizzabili, bisognerà tener conto dei salti di cui non si potrà trarre reale vantaggio, ossia:

a) di quelli ottenibili con lunghissimi derivatori, a causa della piccola pendenza dei fiumi;

b) di quelli che attraversano versanti franosi, da non permettere l'ubicazione in essi di canali murati;

c) di quelli infine le cui utilizzazioni, per il costo delle opere derivatorie, riuscirebbero — tutto considerato — più costose degli impianti termici di pari potenza.

Ai precedenti casi d'impossibilità o di non convenienza, bisogna aggiungere le perdite dovute:

a) alle pendenze da darsi ai derivatori;

b) alle rese delle turbine.

I casi d'impossibilità e di non convenienza, riducono, a mio modo di vedere, almeno del quarto ed anche di più il disponibile della forza.

Tale riduzione non si ritenga esagerata, giacchè in tutti i bacini da me studiati rare volte ho potuto designare utilizzazione maggiore del 40-45 % della totale potenzialità teoretica, e ciò sia per la natura dei versanti, sia per la poca pendenza di fiumi, specialmente nei tratti inferiori, sia infine per pochezza d'acqua.

Ad esempio, dei 280.000 HP teorici dei bacini del Tevere, dei 60.000 circa del Volturno, dei 44.000 del Sele, giacchè per tanto questi fiumi sono in nota nelle rispettive provincie, sono certo che non si arriverà a trarre vantaggio che per una piccola frazione di queste cifre, se pure.

Infatti dei grandi volumi d'acqua con piccoli salti, che costituiscono le caratteristiche generali delle possibili utilizzazioni di molti dei nostri importanti fiumi dalla quota 200 circa al mare, non si trae profitto per ragione di poca o niuna convenienza, principalmente a causa del costo dei derivatori di grande capacità e del macchinario relativo.

In quanto poi alla riduzione della potenza teorica in netta trascurò la pendenza dei derivatori, e designo il 75 % di resa delle turbine. Avremo quindi confermato il calcolo che segue:

Consistenza <i>teorica</i> dei bacini dell'Italia centrale e meridionale	HP 1.000.000
Riduzione dei salti non possibili e non convenienti 25 %	HP 250.000
Concessioni accordate, sempre in cavalli teorici a tutto il 1° gennaio 1904, cifra rotonda	» 150.000
In uno	HP 400.000 » 400.000
Differenza	HP 600.000

Restava dunque disponibile, a tutto il 1° gennaio 1904, una potenza teorica di	HP	600.000
Detraendo la perdita, per la resa delle turbine, del 25 %	»	150.000
La potenza, vera, reale, a tutto il 1° gennaio 1904, riducevasi ad HPe	»	450.000

A questo risultato si è giunti per *generosa* designazione delle cifre che riducono la potenzialità teoretica.

In conclusione, l'energia utilizzata e da utilizzarsi non è che il 75 % dei 750.000 cavalli teorici, ossia 560.000 effettivi.

Questa cifra è meschinissima a confronto della popolazione dell'Italia centrale e meridionale, ch'è di 16 milioni di abitanti, con una superficie di 133.000 chilometri quadrati. La pochezza di questa forza impone l'obbligo di destinarla principalmente alle manifatture, pur provvedendo alla elettrificazione di quei pochi tronchi ferroviari attivi che richiedano rapidi e migliori mezzi di locomozione.

In quanto alla Sicilia, la potenzialità teorica è appena di 25.000 HP.

CENNI SULLA POTENZIALITÀ DEI BACINI FLUVIALI DEL PIEMONTE - LIGURIA - LOMBARDIA - VENETO - EMILIA

Non essendo ancora complete le pubblicazioni della carta idrografica d'Italia settentrionale, nulla di preciso si può dire al riguardo. Posso semplicemente dire che da studi comparati, tenendo conto cioè delle medie precipitazioni annue in tutti i Compartimenti d'Italia, delle rispettive altezze sul mare, e di tanti altri fattori che non è qui il caso di enumerare, arrivo alla conclusione che nel Piemonte, Lombardia, Liguria, Emilia e Veneto le forze idrauliche dei relativi bacini fluviali non possono sorpassare il milione e mezzo di cavalli teorici.

Ritornero sull'argomento quando avrò dati meno incerti, e quando la pubblicazione della carta idrografica d'Italia sarà più progredita; ma si può però fin da ora designare l'ordine dell'importanza idraulica dei singoli Compartimenti:

1.° Piemonte; 2.° Veneto; 3.° Lombardia; 4.° Emilia; 5.° la Liguria.

La superficie totale di questi 5 Compartimenti è di 140.000 chilometri quadrati, con una popolazione di oltre 16 milioni e mezzo d'abitanti.

Aggiungo pure che al 1° gennaio 1904 le concessioni accordate nei cennati Compartimenti raggiungevano i 350.000 cavalli teorici.

III.

I precedenti quadri mostrano l'entità delle nostre forze idrauliche nei periodi di minimo deflusso, di quelle forze cioè sulle quali si può fare assegnamento *continuo durante l'anno*.

Non è così in tempi di piena, nei quali l'acqua cade a dovizia dappertutto, trasformando aridi letti di torrenti in corsi torrentizi e disastrosi.

Se le precipitazioni abbondano sui versanti dell'Appennino, appare evidente come il vantaggio delle raccolte sia, agli effetti generali, maggiore dove v'è scarsità di corsi d'acqua perenni.

Ad es., nelle provincie di Ancona, Macerata, Pesaro, provincie della Toscana, le raccolte, ove fossero possibili nei riguardi litologici e topografici, riuscirebbero certamente di maggiore *generale utilità* che negli Abruzzi, salvo casi speciali.

In Sicilia i bacini di raccolta varrebbero *tant'oro*, giacchè tutte le forze di magra di questi fiumi, *forze teoriche*, appena raggiungono i 25.000 HP, e realmente utilizzabili saranno meno di 10.000.

Con ciò non dico che bisognerà sussidiare i laghi artificiali e serbatoi in modo diverso da provincia a provincia, ma ho voluto solo dimostrare, a base di cifre (che sono il risultato di esperienze di fatto), i vantaggi dei serbatoi, specialmente nelle provincie di scarsa dotazione di acqua perenne nei relativi fiumi.

IV.

Ho raccolto nei seguenti quadri notizie tecniche, dati di costo e di esercizio di molti importanti serbatoi e laghi artificiali.

L'elenco dei principali laghi spagnuoli è ricavato dall'opera dello Zoppi del 1888; ma nel 1889 erano nella Spagna in costruzione ed in progetto un centinaio di sbarramenti, e, fra questi, quelli di:

S. Teresa Avila (Avila)	per l'irrigazione di 2000 ettari
Almochonel (Saragozza)	» » 1500 »
S. Bartolomeo (Saragozza)	» » 2000 »
Gest Algar (Valenza)	» » 1200 »

I dati delle raccolte di altri Paesi li ho attinti dal Levy (Hydraulique Agricole) e da altri autori(1).

Dei laghi artificiali delle Indie inglesi non ho ancora notizie particolareggiate, ma per dimostrare quale sviluppo abbiano avuto colà queste costruzioni, riporto il seguente brano che traggio dal *Bulletin de la Société l'audaise de ingénieurs et des architectes* (1898) dal titolo: « Barrage du Periyar-Barrages en voutes » di I. Gaudard, professore alla Scuola degli ingegneri di Losanna.

« Nulle parte au monde les grandes digues ou barrages de retenue d'eau ne se sont multipliés comme dans l'Inde, où de vastes irrigations sont indispensables pour conjurer, autant qu'il se peut faire, d'effroyables famines. Sir Richard Sankey, l'un des ingénieurs résident anglais, disait récemment que dans la seule province de Mysore, il n'existe pas moins de 37.000 réservoirs, dont le plus grand offre une superficie de 36 kilomètres carrés, et dans la Présidence de Madras, 42.000. Presque toutes les rivières et leurs tributaires sont barrés par une succession de digues en terre; une de ces séries, dans le Mysore, compte jusqu'à 1200 étangs dépendant les uns des autres ».

(1) E da notare che nell'Algeria e nella Spagna i serbatoi servono generalmente per l'irrigazione, in Francia per alimentare canali di navigazione, in Inghilterra ed Australia per alimentazione d'acqua potabile.

Dati di alcuni fra i principali laghi artificiali della Spagna, Francia, Algeria ed altri Paesi

UBICAZIONE	Anno della costruzione	Ritenuta utile in metri	Capacità in milioni di m. c.	Costo dell'acqua immagazzinata	Reddito netto	Natura della diga	
Spagna							
Diga di Almansa . . .		18,69	1,4			Muratura	La più antica della Spagna; nel 1566 funzionava.
» Alicante e Tibi	1579-1594	41,00	da 3,7 a 5			»	Si spendono 70 mila lire all'anno per amministrazione, manutenzione, distribuzione.
» Elche	1600 (?)	23,20	10,00	0,03		»	
» Puentes (vecchia) .	1785-1791	45,50	40,00	0,09		»	30 Aprile 1802 rovinò.
» Puentes (nuova) .	1881-1887	45,50	20,00	0,083		»	La diga è alta 51,40
Serbatoio di Villar .	1870-1876	42,00	6,00	0,07		»	Diga superiore.
» Hajar	1880-1887	42,00	11,00			»	Diga inferiore.
» Huesca	1700 (?)	20,00	1,18			»	Interrato.
» Nijar	1843-1850	27,86	15,00			»	Questo serbatoio si riempì d'acqua sempre per metà, a causa della ristrettezza del suo bacino imbrifero.
Algeria							
Diga dell'Habre . . .		35,60	30,00	0,13	5 %	»	
» Hanniz		38,01	13,01	0,23	4 %	»	
» Cheurfas		30,00	16,00	0,07	8 %	»	
» Sig		26,50	3,50	0,17	5,8 %	»	
» Tlélat		21,00	0,55	0,36	10 %	»	Interrato.
» Djidionia		25,00	5,00	0,16	8,7 %	»	
» Tornay		—	2,50	0,40		»	
» Meurad		18,00	0,50	0,45	1 %	Terra	
Francia							
Diga di Couzon . . .		23,00	1,40	1,43		Terra e Muratura	
» Saint-Chamont .	1866-71	42,00	2,00	0,54		Muratura	
» Furens	1861-66	50,00	1,60	0,56		»	
» Pas de Riot . . .	1873-78	34,50	1,60	0,95		»	
» Cotatay		34,50	2,00	0,58		»	
» Grosbois		22,30	9,20	0,39		»	
» Bouzey	1880	26,30	2,10	0,73		»	
» Tâche		49,20	4,50	0,40		»	
» Pont		20,00	5,30	0,37		»	
» Settons	1855-58	18,00	24,00	0,055		»	
» Monche	1882	20,40	9,30	0,31		»	
» Pantier		13,60	7,70	0,16		Terra	
» Liez	1882	14,40	17,40	0,15		»	
» Tholonet		36,50	1,40	0,36		»	
» Remilly		36,00	3,36	0,38		Muratura	
» Orédon	Comp. 1898	24,00	7,27	0,10		»	
» Caillaous	In corso di esec. 1898	18,00	6,60	0,05		Terra	
» Aumar	In prog. 1898	6,00	1,15	0,08		»	
» Liez		16,00	5,00	0,087		»	
» Vingeanne	1901-1906	10,00	3,38	0,355		»	
Belgio							
Gileppe	1870-75	47,00	12,00	1,00		Muratura	Qualche autore riporta come costo dell'acqua 0,10
Diversi paesi							
Sheffield (Inghilterra)	1858-64	28,00	3,40	0,38		Terra	
Ruyter (America) . .		—	11,00	0,08		»	(?) In quel di Piacenza vi sono altre 6 raccolte piccole, tutte con dighe in terra, cioè: Mastriano - Rivasso - Castel Basi - Caselle Monare - Bastardina 2. Costa e Fitta.
Ekruk (Indie)		—	95,00	0,037		»	
N. N.		—	4,20	0,23		Terra	
Italia							
Lete (Caserta)	1907-10	24,00	1,00	—		Murat. incompl.	
Bosella (Piacenza) . .		—	0,47	0,175		Terra (1)	
Bastardina (Piacenza)		—	0,20	0,165		»	

Altre principali dighe del mondo		Altezza massima della diga in m.	Capacità del serbatoio in milioni di mc.
Saibach	presso Ronsdorf	23,90	0,300
Lingese	" Marienheide	24,50	2,600
Eschbach	" Remscheid	25,00	1,000
Bever	" Hukeswagen	25,00	3,300
Fuelbecker	" Altena	27,00	0,700
Jubach	" Meinerzhagen.	27,80	1,000
Glorbach	" Breckerfeld	32,00	2,000
Hasperbach	" Haspe	33,70	2,000
Herbringhauser	" Ludringhausen	34,00	2,500
Oester	" Plettenber	36,00	3,000
Henner	" Meschede	37,90	9,500
Ennepe	" Altenvorde	41,00	10,000
Sengbach	" Solingen	43,00	3,000
Queis	" Silésie	45,00	15,000
Urft	" Gemund	58,00	45,500
Couzon	" Rive de Gier	32,00	1,450
Sauviot	" Puy de Dome	24,50	1,200
Vyrnwy	" Liverpool	43,90	55,000
Thirlmere	" Manchester	15,00	36,000
Assouan	" (Nilo)	mass. 39 media 14	(1 165,000
Corner	" New-York	23,80	10,000
Branch	" "	28,66	15,000
Amawalk	" "	25,00	26,500
Sodom	" "	30,00	18,500
Bog-Brook	" "	18,30	15,500
Titicus	" "	41,00	27,000
Cormel	" "	20,00	34,000
Croton	" "	90,52	110,000
Roosevelt	" (Arizona)	79,50	1 600,000
Cheesman Leake	" —	72,00	110,000
Wachusett	" Clinton	69,50	284,000
San Mateo	" San Francisco	51,85	120,000

V.

Per quei lettori che non si occupano di legislazioni speciali riporto le varie modalità con le quali vengono sussidiati i serbatoi in Algeria, nonchè le principali disposizioni della legge spagnuola del 27 luglio 1883.

ALGERIA — 1° Lo Stato esegue per proprio conto i lavori per cederli poi ad un consorzio costituito.

2° La costruzione si fa per conto di una Compagnia concessionaria sussidiata dallo Stato, o con un capitale a fondo perduto o garantendo gl'interessi al 5 % per 30 anni; dopo i quali Stato e Compagnia percepiscono in quote parti gli utili.

3° Un consorzio costruisce con la sovvenzione pura e semplice dello Stato.

4° Lo Stato dà alla Compagnia concessionaria e costruttrice una parte dei terreni da irrigarsi col serbatoio.

**LEGGE SPAGNUOLA SUI SUSSIDI
ALLE IMPRESE DI CANALI E SERBATOI DI IRRIGAZIONE**
del 27 luglio 1883.

Art. 1. — Lo Stato potrà sussidiare la costruzione di canali e serbatoi d'interesse pubblico che debbano essere oggetto di concessioni alle imprese, se somministrano per l'irrigazione una portata equivalente a 200 litri continui per secondo.

Art. 2. — Il sussidio consisterà:

1. In una sovvenzione che non eccederà il 30 % del costo preventivato dei lavori del canale o serbatoio e diramatori principali.

2. In un premio che non eccederà le 250 lire per ogni litro continuo al 1° (ossia per ogni 31536 mc. all'anno) che il canale o serbatoio impieghi nelle irrigazioni. Il Governo resta facoltizzato di sostituire la sovvenzione menzionata nel paragrafo primo con una quantità equivalente di lavori speciali o di difficile esecuzione che costruirà per proprio conto. In nessun caso la somma della sovvenzione e del premio potrà eccedere il 40 % delle spese di impianto della irrigazione, che si calcoleranno aggiungendo al preventivo approvato pel canale e diramatori principali 100 lire per ettaro di terreno che debba irrigarsi.

Art. 3. — Stabilisce le norme e le formalità per ottenere le concessioni.

Art. 4. — La concessione si darà per 99 anni in pubblico incanto, che volgerà sull'ammontare della sovvenzione. Se le offerte su questo punto fossero uguali, si darà la preferenza a quella che ribassi maggiormente il premio: e se anche su questo punto si trovasse coincidenza fra gli offerenti, si aggiudicherà la concessione a chi ribassi maggiormente le tariffe. Il Ministero del Fomento annunzierà l'incanto conformemente alle pratiche e requisiti prescritti dal regolamento per l'esecuzione della presente legge. Per prender parte all'incanto sarà necessario dimostrare d'aver depositato nella cassa depositi una somma equivalente al 5 % del preventivo totale. Gli offerenti che non siano l'autore del progetto, dovranno depositare inoltre separatamente il valore di questo, fissato con previa stima da periti e approvata dal Ministero, stima che comprende la spesa viva rappresentata dal progetto, e la remunerazione che spetta all'autore dello studio.

Terminato l'incanto e aggiudicata la concessione, se lo aggiudicatario risulta distinto dall'autore del progetto, si consegnerà a questo il valore del progetto stesso a cui si riferisce il paragrafo antecedente. L'aggiudicatario dovrà nel termine di 15 giorni trasformare il suo deposito in una cauzione del 10 % del preventivo totale, la quale si andrà restituendo a misura che dimostrerà l'investimento di una somma doppia in sezioni o gruppi di lavori, non contando l'importo della sovvenzione.

Art. 5. — Stabilisce i modi ed i termini nei quali sono pagate le laute sovvenzioni.

Art. 6. — Nè gli aumenti nè le riduzioni del preventivo che risultino da varianti debitamente approvate faranno variare l'ammontare della sovvenzione.

purchè, per conseguenza di quelle, non si diminuisca la dotazione d'acqua del canale, nel qual caso verrà ridotto in egual proporzione. Il pagamento del premio si farà sempre corrispondentemente al numero di litri d'acqua per secondo utilizzati nell'irrigazione, senza che nè sotto questo titolo nè sotto alcun altro possa il concessionario avanzare reclami a causa di errori nelle misure di portata.

Art. 7 e 8. — Stabiliscono la libertà nella costruzione dei canali e le proroghe ai periodi fissati per le costruzioni.

L'ar. 9 considera i casi di decadenza della concessione per mancato versamento della cauzione, ritardo nell'inizio e nel termine dei lavori, ecc.

L'art. 10 stabilisce da chi sarà dichiarata la decadenza, e l'art. 11 come si liquida l'azienda concessionaria in seguito alla decadenza stessa.

Art. 12. — Quando i consorzi d'irrigazione, costituiti secondo la legge delle acque, vogliono costruire canali o serbatoi per irrigare le loro terre, o migliorare le irrigazioni esistenti, qualunque sia la quantità d'acqua che impieghino nell'irrigazione, impegnandosi nella debita forma a pagare la metà delle spese secondo un progetto previamente approvato, il Governo potrà dare la concessione senza incanto e sovvenzionare i lavori fino al 50 % del preventivo. La sovvenzione consisterà sempre nell'esecuzione di una quantità equivalente di opere, preferendo quelle di maggior difficoltà ed importanza. Inoltre il Governo potrà, entro i limiti del bilancio dello Stato, anticipare a titolo di prestito al consorzio il 50 % delle spese d'impianto dei diramatori principali e secondari, e di preparazione delle terre. Le somme anticipate saranno reintegrate coll'interesse del 3 %, mediante un canone imponibile ai terreni irrigati, fissati nel fare anticipo. Così l'uno come l'altro sussidio si concederà colla pratica a cui allude l'articolo 3 di questa legge. Le associazioni di proprietari che presentino un compromesso ipotecario, debitamente formato secondo le leggi e il regolamento che si emanerà per l'esecuzione di questa, godranno degli stessi benefici che per i paragrafi antecedenti si concedono ai consorzi di irrigazione. Nessuna delle corporazioni contemplate in questo articolo godrà del premio per l'acqua che impieghi nell'irrigazione.

Art. 13. — Stabilisce l'istruttoria.

Art. 14 e 15 riguardano la tassa della concessione.

Le opere veramente grandiose di sbarramento e d'irrigazione nella Spagna e nell'Algeria si devono alla munificenza delle leggi cennate; le quali, in buona sostanza, altro non sono che elevati e fondati provvedimenti atti, non solo ad aumentare la ricchezza nazionale, ma di grande remunerazione per la finanza dello Stato, per gli utili indiretti che questo ricava dalla maggiore produzione. Inoltre, le leggi cennate sono il portato ultimo di leggi remote che una secolare esperienza ha sempre più confermate e trovate necessarie al progresso agrario e manifatturiero di una Nazione.

VI.

Gli articoli fondamentali del disegno di legge presentato dai Ministri Sacchi e Nitti sono il 2-3-6-7-10-13-15, che riporto, premettendovi alcuni brani della relazione al disegno, a pag. 3, 4 e 5.

Dalla relazione, a pagina 3 (a): «Ma soprattutto converrà basarsi sulle spontanee iniziative della libera industria. Con la crescente complessità dei lavori cresce il costo della produzione della energia, ed in alcuni casi i redditi industriali non potrebbero consentire, senza ausilio statale, la esecuzione di serbatoi così colossali. Avverrà poi che allo Stato convenga prescrivere che i serbatoi studiati a mero scopo industriale abbiano dimensioni o strutture più ampie per raggiungere insieme lo scopo di sistemare con bacino montano, agli effetti della legge già emanata. Ecco la base e la giustificazione dello Stato.

«Lo Stato non deve aiutare l'impresa industriale in sè, ma soltanto nel caso che questa non sarebbe altrimenti redditizia può e deve, insieme ad altri esoneri ed agevolazioni, corrispondere parte di quelle somme che esso risparmi, non dovendo più eseguire opere diverse, che senza i serbatoi cadrebbero a suo carico. Lo ausilio dello Stato insomma, è in ragione ed in funzione dell'effettivo risparmio che esso realizza, epperò non si tratta di gravare di nuovi oneri l'erario o di porre in essere nuovo protezionismo industriale. Si tratta, per così dire, di una conversione di spesa e di opere; nè vi sarà chi si lamenti se, coll'avveduto impiego delle somme stanziare per i bacini montani, si potrà col tempo stesso agevolare una industria come è quella idroelettrica, guida e pioniera nell'a battaglia per liberare l'Italia, almeno in parte, dal costoso tributo che paga all'estero pel carbone ».

A pagina 4 (b): «Ed al regolamento stesso (giacchè non può qui essere il luogo di tecniche disposizioni) spetterà di precisare quale debba essere, per aspirare all'agevolazione, la efficienza ed il volume del serbatoio o lago in rapporto al bacino imbrifero regolato, agli effetti sempre della migliore utilizzazione, e per giustificarne appunto l'aiuto dello Stato ».

A pagina 5 (c): «A prescindere anche dal fatto che i serbatoi e laghi sussidiabili secondo questo disegno risparmieranno opere maggiormente costose che altrimenti lo Stato dovrebbe costruire pel miglioramento del regime idrico, è da ricordarsi che le indicate cifre di 3 e 6 mila lire rappresentano un massimo che non si dovrà raggiungere se non ove sia necessario e che, secondo il disposto dell'attuale disegno, il sussidio si accorda solo quando risulti che l'impresa non è per sè redditizia.

«È poi da avvertire che tranne pochi casi (in cui probabilmente la grande massa d'acqua in facile guisa raccogliabile potrà anche dispensare dal sussidio), non saranno possibili in Italia serbatoi così colossali da richiedere sussidi troppo alti per ognuno di essi; e, da studi preliminari condotti da specialisti risulta che con onere non eccessivo per l'erario e col pronto sussidio di tre o sei mila lire si renderà possibile costruire in 10 anni una ventina di serbatoi di qualche decina di milioni di metri cubi ciascuno, ai quali senza aiuto l'industria privata probabilmente non porrebbe mano. Questa serie di laghetti, nelle nostre conche montane, là dove specialmente più abbisogna l'impulso avvivatore dell'energia elettrica ed i corsi di acqua disordinati attendono più composto regime, saranno di beneficio altissimo all'economia nazionale, e non sarà inadeguato il sacrificio con cui lo Stato, nei limiti del presente disegno, potrà raggiungere il vagheggiato scopo ».

Dal disegno di legge. — Art. 2 — « Il ministro dei lavori pubblici, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici ed il Consiglio di Stato, e presi accordi coi Ministri dell'agricoltura, industria e commercio, delle finanze e del tesoro, promuove il regio decreto col quale sono accordate le agevolazioni di cui alla presente legge ai costruttori di serbatoi o laghi che presentino i seguenti caratteri:

« 1° rispondano alla razionale utilizzazione del corso di acqua e del suo bacino imbrifero;

« 2° avvantaggino notevolmente, mercè gli impianti che sono connessi, i servizi pubblici o la produzione agraria e industriale della zona servita;

« 3° apportino sensibili miglioramenti al regime del corso di acqua;

« 4° non siano di per sè redditizi, presentando nel piano finanziario un disavanzo debitamente controllato.

« La concessione delle agevolazioni di cui sopra può essere accordata nel medesimo decreto reale di concessione della derivazione di acqua pubblica necessaria pel serbatoio o lago ».

Art. 3. — « Le agevolazioni ai costruttori di serbatoi o laghi di cui ai precedenti articoli consistono:

« 1° nell'esonero del canone per la derivazione dell'acqua pubblica;

« 2° nell'esenzione del diritto proporzionale di registro per gli atti relativi alla costruzione del serbatoio o lago;

« 3° nella concessione di sovvenzioni governative, e nella facoltà di vincolare le sovvenzioni stesse a garanzia delle operazioni finanziarie necessarie alla costruzione del serbatoio o lago;

« 4° nell'assunzione da parte del Governo di un obbligo di acquisto di date quantità di energia o di acqua per i bisogni dei pubblici servizi;

« 5° nella facoltà di espropriare i fondi soggetti ad irrigazione.

« È in facoltà del Governo di accordare tutte o una sola delle agevolazioni di cui sopra, a seconda che dall'accertato disavanzo e dalle condizioni dell'intrapresa risulti la necessità di tutte o di una sola delle agevolazioni stesse.

« L'approvazione del progetto da parte del Ministero dei lavori pubblici ha valore di dichiarazione di pubblica utilità della costruzione del serbatoio o lago ».

Art. 6. — « La sovvenzione governativa può essere accordata per un termine non superiore a 50 anni a decorrere dall'ultimazione del serbatoio o lago e fino a lire 3000 all'anno per milione di metri cubi d'acqua invasata. La sovvenzione stessa non può mai superare il disavanzo determinato in base al piano finanziario debitamente controllato.

« Per le nuove domande di derivazione, la durata può essere coordinata con quella di cui al presente articolo ».

Art. 7. — « Nel caso in cui la costruzione del serbatoio o lago renda in tutto o in parte inutile la esecuzione di opere idraulico-forestali di bonifica o di qualunque categoria che siano previste ed autorizzate e che dovrebbero

eseguirsi o sussidiarsi dallo Stato, la sovvenzione governativa, fermo restando sempre il termine di 50 anni, a decorrere dall'ultimazione del serbatoio o lago, può essere elevata fino a lire 6000 per milioni di metri cubi d'acqua invasata; ma in nessun caso la somma delle annualità concesse, calcolate al valore attuale nel giorno della concessione, al saggio dell'interesse legale commerciale, può superare la spesa che, a giudizio insindacabile del Ministero dei lavori pubblici, lo Stato avrebbe dovuto sostenere per le opere rese inutili di cui sopra ».

Art. 10. — « Quando il serbatoio o lago sia costruito per conto dell'amministrazione delle Ferrovie di Stato o di un'altra amministrazione di Stato verranno fra essa ed il Ministero dei lavori pubblici presi gli opportuni accordi perchè sui fondi stanziati nel bilancio del Ministero dei lavori pubblici per opere idrauliche, forestali, di bonifica o di altra categoria, rese inutili con la costruzione del serbatoio o lago, venga corrisposto all'amministrazione per cui conto il serbatoio o lago si costruisce, un contributo che non potrà mai superare l'importo delle somme corrispondenti alle opere di cui è risparmiata l'esecuzione.

« Il contributo ed il passaggio dei fondi da un bilancio all'altro viene stabilito con regio decreto, sulla proposta del ministro dei lavori pubblici, di concerto con quelli del tesoro e dell'agricoltura, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici ed il Consiglio di Stato ».

Art. 13. — « Qualora siano state accordate sovvenzioni giusta gli articoli precedenti, il Governo, allo spirare del termine della concessione di derivazione e nei casi di decadenza o di rinuncia entra sempre senza alcun compenso in possesso del serbatoio o lago, nonchè degli edifici, macchinari ed impianti per la loro utilizzazione, comprese le centrali elettriche, i canali di irrigazione, e le condutture principali ».

VII.

I concetti *a*, *b*, *c*, della relazione al disegno di legge innanzi riportati non hanno corrispondenza con gli articoli del disegno stesso; ma potrebbero venire sanciti nel Regolamento, appunto perchè sono nella relazione, od invocarsi nei diversi pareri richiesti dagli uffici dei quattro Ministeri che dovranno accordare il sussidio, nei pareri o giudicati del Consiglio di Stato, ovvero nelle rigorose interpretazioni della Corte dei Conti.

E siccome sono convinto che i concetti *a*, *b*, *c*, se venissero accolti renderebbero la legge inefficace, così esprimo chiaramente il mio pensiero, dicendo che dessi non devono entrare nè per la porta nè per la finestra.

Col concetto *a* si verrebbe a stabilire il principio fondamentale, col quale lo Stato *tanto* concede per *quanto* risparmia in altre opere. Sarebbe una specie di *do ut des* molto tangibile in apparenza, ma che in sostanza potrebbe prestarsi ad erronee interpretazioni, specialmente nei riflessi dei comma 2 e 3 dell'art. 2°.

Parmi ora che subordinare la costruzione di un bacino di raccolta all'economia di altre opere da eseguirsi, equivalga ad andar cercando con la

lanterna di Diogene dove sia quella conca entro cui si debbano fare opere statali, che si verrebbero ad eliminare o diminuire se fosse possibile in essa uno sbarramento.

Ma anche ammesso che queste circostanze di fatto si rinvenissero in tutti i bacini montani *possibili a sbarrarsi*, resterebbe sempre, come caposaldo fondamentale della legge, il fatto di *tanto concedere per quanto si risparmia*.

A me sembra invece che il sussidio e le agevolazioni ai costruttori dei serbatoi debbano darsi, perchè con l'aumento della dotazione dei fiumi si viene ad aumentare la produzione agraria e manifatturiera, della quale il Fisco trae vantaggi superiore ai sussidi. Quindi, anche nell'ipotesi che un bacino di raccolta non apporti allo Stato risparmio di opere, bisognerebbe sussidiarlo lo stesso, nella misura richiesta dal bilancio preventivo dell'impresa, *sempre che aumenti le acque utili, e quindi allarghi il campo delle utilizzazioni idrauliche*.

In altri termini è la misura del sussidio che dovrebbe variare fra dati limiti, potendosi anche non accordare sovvenzioni quando il reddito dell'impresa sia fondatamente previsto, almeno nella misura richiesta dal capitale.

Rammento al riguardo che i bacini di raccolta spagnuoli (1) utilizzano, generalmente, il 90 % dell'acqua scorrente a monte della traversa (Aymard: « Sui serbatoi e sulle irrigazioni della Spagna »), e che di una maggiore utilizzazione delle sue acque l'Italia ha assoluto bisogno, per ragioni industriali ed agrarie.

Per ragioni industriali, come si scorge dal quadro a p. 688, sulla consistenza delle nostre forze; per ragioni agrarie perchè dal 1900 in qua, per non riandare ad un passato più remoto, e precisamente dalle statistiche dal 1900 al 1907, risulta una importazione maggiore dell'esportazione delle seguenti cifre (medie) in milioni di lire e per i seguenti prodotti della terra:

Cotone	100	(Tale importazione dura dal 1888!)
Lana, crini e peli	70	
Legno e paglia	30	
Carta	10	
Cereali, farine, paste e prodotti vegetali	114	
Totale	324	

E tale importazione solo coi bacini di raccolta si potrà ridurre.

Nè migliore accoglimento merita il concetto *b*, col quale si verrebbe a subordinare la concessione di un bacino di raccolta non solo al *risparmio di opere statali*, ma all'*efficacia sua* nei rispetti del bacino imbrifero del fiume sbarrato.

(1) La spiegazione è nel fatto che molti serbatoi si possono riempire e vuotare due volte all'anno.

Faccio considerare che una raccolta di acqua, sia piccola sia grande, è solo possibile nelle valli che presentano speciali condizioni topografiche, abbondanza di precipitazioni e speciali caratteri litologici, cioè dove sono valli costituite da rocce impermeabili o quasi.

L'utilità quindi di una ritenuta, in rapporto al regime delle acque del relativo bacino scolante, dipende da un complesso di circostanze di fatto e non dalla volontà del costruttore, il quale può solo contribuire a progettare un invaso più grande o più piccolo; ma in questo ordine d'idee potranno influire gli uffici tecnici dirigenti dello Stato. Subordinare a queste circostanze le agevolazioni, equivale a restringere sempre più la cerchia dei sussidi.

Le raccolte di acqua bisogna sorvenzionarle tutte, grosse e piccole, qualunque sia la misura della loro utilità nei rapporti del bacino imbrifero cui appartengono; e ciò perchè desse aumentano sempre la dotazione dei fiumi o dei torrenti, e quindi le utilizzazioni relative agrarie ed industriali, che costituiscono la ricchezza generale del Paese.

A sostegno delle mie opinioni riporto quanto è scritto nel Vol. 141 degli annali di Agricoltura (Irrigazioni e laghi artificiali della Spagna. pag. 252):

« D'altra parte le spese di primo impianto delle opere di derivazione e distribuzione dell'acqua sono così gravi che il canone annuo dell'acqua riesce spesso assai più grave di quello che convenga al coltivatore di pagare. A tutto ciò si deve se le imprese private di canali e serbatoi riescono sì spesso, così in Spagna come in Italia, disastrose per i costruttori e se lo Stato dovette molte volte acquistare a prezzi elevati de' canali costrutti da società private che nell'esercizio si rovinarono. Ma se tali imprese riescono, non di rado, disastrose per privati, per lo Stato invece *esse sono sempre proficue, perchè*, oltre al canone diretto che ricava dalla vendita dell'acqua, raccoglie, per gli infiniti tramiti del Fisco, tutte quelle aliquote che la ricchezza nelle sue molteplici trasformazioni è costretta cedergli. Onde consegue che lo Stato non solo ha interesse a costruire esso stesso quelle *grandiose opere* che non potrebbero essere compiute da società o da privati, ma ha il massimo interesse a favorire lo sviluppo dell'agricoltura, fornendo larghi sussidii a chi imprende la costruzione di opere minori.

« Il Governo spagnuolo, informando le proprie deliberazioni a questo savio concetto amministrativo, con una serie di leggi che noi abbiamo riassunto nella prima parte di questa relazione e che diamo tradotte nell'Appendice, le quali sono venute man mano perfezionandosi fino a quell'a del 1883, pur riservando a sè stesso la costruzione delle opere gigantesche, ha dato alle imprese private, e specialmente ai consorzi, la possibilità di erigere importanti opere d'irrigazione, ed ha istituita la Divisione Idrologica incaricata di studiare minutamente ogni corso d'acqua, indicarne gli elementi e il modo più conveniente di utilizzarne le acque.

« È naturale che il Governo promuova in ispecial modo la formazione dei consorzi d'irrigazione i quali utilizzano direttamente le acque senza che ci possa essere sospetto di speculazione. Orbene, la Spagna, dopo averli resi obbligatorii per legge, fornisce loro larghissimi sussidii per la costruzione delle

opere e trasformazione delle terre. Infatti lo Stato spagnuolo s'impegna a costruire a proprie spese la metà delle opere di derivazione progettate dal consorzio approvate dal Governo, e fornisce poi, a titolo di prestito al 3 %, il 50 % delle spese per l'impianto dei diramatori e canali secondarii e per la preparazione delle terre. Il Governo stesso poi fornisce pure, come abbiamo visto, larghissimi sussidii alle imprese private, fino al limite del 30 % del preventivo.

« S'aggiunga, come abbiamo detto nella parte prima, il perfetto funzionamento dei consorzi spagnuoli, le cui norme amministrative, traendole da quegli antichissimi esistenti in Ispagna, sono state consacrate per legge, e nessuno adesso si meraviglierà che i consorzi d'irrigazione e opere, anche costosissime, abbiano in Ispagna sviluppo straordinario dovuto per massima parte alla liberalità dello Stato.

« Queste considerazioni, con le quali chiudevamo la parte prima, abbiamo creduto dover qui riportare come conclusione finale delle nostre due relazioni. Esse, può dirsi, riassumono tutto il nostro lungo studio dal quale, a noi pare, risulta che tutte le questioni fondamentali relative ai grandi serbatoi sono risolte, e che perciò ad essi si deve, senza difficoltà, ricorrere quando non sia possibile ottenere acque irrigue con dirette derivazioni. I laghi artificiali però, senza essere per sè stessi troppo costosi, pure hanno bisogno di largo sussidio dallo Stato, come l'esempio della Spagna c'insegna: *onde terminiamo facendo caldi voti perchè anche in Italia, dove con la legge del 25 dicembre 1883 e del 28 febbraio 1886 si è già data una grande spinta alle opere d'irrigazione, si voglia accordare maggiori incoraggiamenti e facilitazioni a consorzi ed imprese, specialmente per opere assai difficili e costose, quali i serbatoi, necessari nelle regioni scarse d'acqua, come ha fatto la Spagna* ».

Venendo alla parte c della relazione parmi di leggere nel pensiero del legislatore la volontà di sussidiare i piccoli bacini.

Innanzi tutto si noti che chiamando *piccola* una raccolta non superiore ai 200.000 metri cubi, *media* l'altra da 200.000 a 5 milioni, *grande* un invaso di capacità maggiore, nella generalità dei casi (il che m'è stato confermato dalla pratica personale) le *piccole* raccolte richiedono dighe a'te fino a 5 metri, le *medie* da 5 a 20, le *grandi* 20 e più metri.

Inoltre, i piccoli serbatoi sono soggetti, in breve lasso di tempo, ad un completo interrimento, e riescono raramente economici, pur essendo quelli che possono essere costruiti da privati per l'irrigazione delle singole proprietà, al contrario degli altri la cui costruzione può solo venire intrapresa dallo Stato od Enti pubblici.

Penso quindi che la legge debba aver di mira serbatoi grandi e piccoli, la cui utilità debba venire accertata con un esame preventivo.

VIII

Ancora una parola sulla relazione, nella quale a pag. 5, leggesi:

« Si tratta in ogni modo di sussidi notevolmente inferiori a quelli delle leggi del 1883 e del 1886 che fors'anco per l'elevatezza loro, rimasero inat-

tuate. Nè può temersi che la cifra stabilita porti a sovvenzioni complessive troppo gravose all'erario ».

Le leggi dell'86 e dell'88 non furono attuate a causa della ristrettezza nella quale, dall'epoca del nostro risorgimento finanziario, da 15 anni circa a questa parte, s'è tenuto il Ministero dell'agricoltura, che doveva sovvenzionare le imprese dei serbatoi. Bisogna rammentare che il bilancio del Ministero dell'agricoltura raggiungeva i 18 milioni nel 1890, e nel 1906 i 20 circa. Con queste dotazioni non si poteva pensare a sovvenzionare opere di interesse nazionale, come i serbatoi.

Se quindi 20 o più Ministri non hanno potuto attuare le leggi cennate con la voluta larghezza, non è colpa delle leggi, che, a mio modo di vedere, sono ottime, ma dei bilanci e di tutto un assieme di criteri informatori che hanno fatto dimenticare i 300 milioni e più che paghiamo all'estero ogni anno per averne prodotti della terra, il che importa che in 15 anni — per non andare oltre — si sono importate merci del valore, per lo meno, di 5 miliardi, in totale.

Ora io sono convinto che se le leggi dell'86 ed 88 fossero state applicate con largo criterio di governo, avremmo avuto un risultato più che soddisfacente, dappoichè anche ammesso che in 15 anni si fossero spesi 5 milioni all'anno di sovvenzioni, l'onere totale sarebbe stato di 70-80 milioni; *ma quanta importazione in meno si sarebbe conseguita, per effetto delle migliorate condizioni dell'agricoltura?*

La legge spagnuola dell'83 è informata ai medesimi criteri della nostra dell'86: come si spiega che nella Spagna il risultato è stato superiore all'aspettativa?

L'iniziativa della nuova pagina nella politica delle acque è assai bella; ma bisogna approfondirla ed affrontarla come merita lo scopo cui mira la legge sulle raccolte d'acqua, e come la Nazione ha diritto di attendere dalla sapienza fattiva delle LL. EE. Sacchi e Nitti.

IX.

Passando gli articoli del disegno, trovo che l'art. 2 si presterebbe ad interpretazioni molto late, *a prescindere dai concetti a, b, c.*

Sul comma 1° noto:

Qualsiasi raccolta d'acqua ha *sempre una funzione razionale*, sia quando è destinata ad aumentare la dotazione di magra, sia quando abbia per scopo di *immagazzinare le punte* delle grandi piene per non renderle disastrose. In questo caso non si potrebbe dire che l'acqua è *utilizzata*, ma solo *immagazzinata* per smaltirla a poco per volta nelle valli sottoposte al serbatoio. Si aggiunga a questa considerazione l'altra relativa alla limitata ampiezza di ogni *invaso*, per ragioni topografiche, geologiche, di sbarramento.

Ora non sempre queste condizioni di fatto possono migliorare il regime del corso d'acqua nella misura che questo richiederebbe, avuto riguardo, ai limiti estremi del suo deflusso, *massima magra e massima piena*.

Inoltre, una razionale utilizzazione del bacino imbrifero cui il serbatoio appartiene, è dizione incerta, e si potrebbe prestare ad integrarvi i concetti *a, b, c*, innanzi discussi.

Sul comma 3° osservo che tutti i bacini apportano vantaggi: questi potranno essere *sensibili*, sempre che le condizioni dell'invaso lo permettano. La maggiore o minore utilità quindi non dipende sempre dalla volontà del progettista.

X.

Il sussidio di Stato proporzionale alla raccolta, non è, a mio parere, divinato, come risulta chiaro dalle seguenti considerazioni, riflettenti la misura del sussidio stabilito fino a lire 3000 per milione di mc. di raccolta, ossia lire 0,003 per mc. invasato all'anno.

Per quanto si riscontra nei quadri a p. 694 sui dati di costo, di esercizio e di reddito dei bacini, e da quanto ho attinto da diversi autori, risulta che ogni mc. d'*invaso* costa in media, come spesa d'impianto:

Con serbatoi in terra:

Serbatoi francesi	0,22
» inglesi	0,38
» indiani	0,05

Con serbatoi in muratura:

Serbatoi algerini	0,23
» indiani	0,08
» francesi	0,45
» spagnuoli	0,08

La media generale è di L. 0,23 per mc. di capacità del serbatoio, ma questa cifra non può avere alcun valore pratico, perchè il costo unitario dell'acqua raccolta, *varia* con la capacità dell'invaso, con le dimensioni della gola a sbarrarsi, con l'altezza di ritenuta, con la profondità del piano di fondazione, col costo dei materiali primi e della mano d'opera, ed infine con la maggiore o minore confidenza del capitale, che nell'Italia meridionale è scarso (NITTI: *Napoli e la questione meridionale*, pag. 88).

Dato ora il bisogno delle raccolte di acqua, *la variabilità grande del costo unitario* che raramente rende redditizie le imprese dei serbatoi, la misura del sussidio, commisurato alla capacità e limitato a lire 3000. potrebbe da sola riuscire d'impedimento alla costruzione di dati serbatoi, i cui singoli bilanci richiedessero sussidi maggiori di lire 3000. e che fossero di evidente pubblica utilità.

Nè si dica che per l'art. 7 il sussidio può salire a lire 6000, perchè l'aumento è subordinato al risparmio di opere statali idraulico-forestali, il che non può verificarsi in tutti i casi, ma in *singoli* bacini scolanti.

Ed è principalmente in questo trattamento di favore previsto dall'art. 7 che io vedo nella legge non una direttiva d'ordine generale, ma una direttiva particolare, sempre imperniata intorno al *do ut des* fra Stato e costruttore.

Infatti, *singoli* serbatoi, pel fatto del risparmio che ad essi si deve in opere statali, hanno dalla legge sussidi solo limitati dall'ammontare delle opere risparmiate (e possono essere milioni), *tutti i serbatoi che si possono costruire nel Regno in valli dove non occorran opere idrauliche di spettanza dello Stato* non possono sperare — ripeto — *assieme* — che 500.000 lire, se arrivano a passare per le forche caudine dell'art. 2 del disegno. Ed anche a prescindere dal rigore di questo articolo, dirò or ora il vantaggio che si potrà avere da tanta *munificente* sovvenzione, anche accordandola generosamente.

Questi gravi inconvenienti del disegno si eliminerebbero commisurando la sovvenzione al *costo dell'opera*, o meglio al bilancio dell'impresa, come si pratica in Algeria, nella Spagna, in Francia, e come si procede da noi per le costruzioni delle ferrovie nuove (1).

Nè con ciò lo Stato andrebbe ad assumere oneri indeterminati, giacchè l'impegno suo sarebbe sempre limitato alla somma stanziata in bilancio, a prescindere dall'esame preventivo sul merito dei progetti da parte dei suoi diversi organi tecnico-amministrativi.

XI.

Lo stanziamento in bilancio di lire 500.000 annue, per sovvenzionare le raccolte d'acqua, completa il quadro delle mie previsioni d'inefficacia della legge.

Invero, servendomi del medesimo esempio citato nella relazione della legge, avente cioè a base i 20 bacini di 10 milioni di capacità ognuno, trovo che la raccolta totale sarebbe di 200 milioni di mc.

Se destinati all'agricoltura, la terra irrigabile con questo volume d'acqua è rappresentata in ettari da:

$$\frac{200\,000\,000}{18\,000\,000} \times 2000 = 22\,000$$

giacchè è risaputo che occorre un mc. di acqua perenne per 7 mesi (18 milioni di m³) per irrigare 2 mila ettari.

Sussidiando le raccolte con 600 mila lire, lo Stato verrebbe a pagare l'irrigazione a lire 27 per ettaro e per anno. Sarebbe un magrissimo affare pel Paese, a beneficio solamente di 22 mila ettari di terra! E si noti che il calcolo precedente corrisponde *alla maggior portata* dell'a legge nei rispetti dell'agricoltura.

Se queste raccolte di 200 milioni di mc., in totale, fossero destinate all'industria, desse potrebbero aumentare le portate di magra dei corsi di acqua cui appartengono, nei 4 mesi di siccità (parlo nella regione degli Appennini), di 20 mc. a m³, ossia un metro cubo per bacino.

(1) Il canale di Bourne (si noti, canale) è stato sussidiato dal Governo francese per una metà del costo, e l'altro di Ventavon per due terzi.

L'utilità di questo aumento di portata nei fiumi, nei periodi di minimo deflusso, dipende dai salti utilizzabili.

Facciamo la generosa ipotesi che in media questi 20 salti fossero di 100

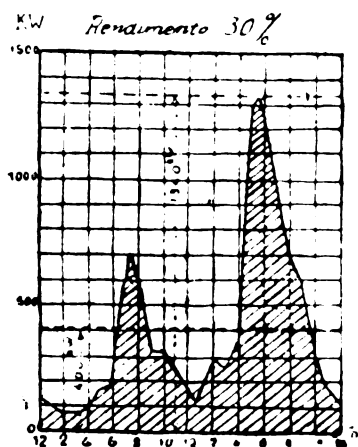


Fig. 1. — Diagramma di una centrale per illuminazione (inverno).

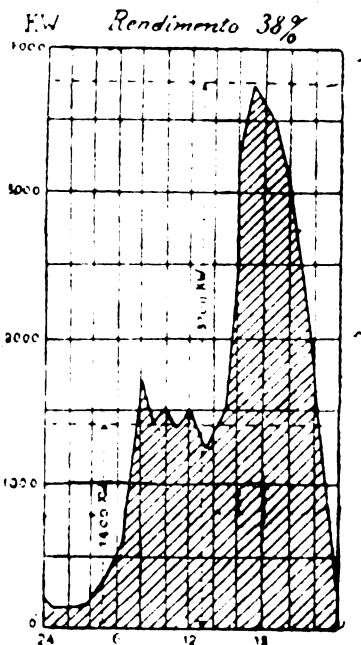


Fig. 2. — Diagramma di una centrale per luce forza e trazione (inverno).

metri ognuno: l'energia effettiva che si ricaverebbe da ogni bacino sarebbe di 1000 HP, ed in totale 20.000 HP.

È però a notare che l'aumento della magra di 1 mc. equivarrebbe a poter

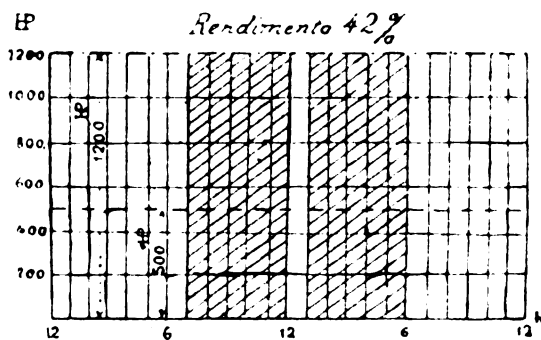


Fig. 3. — Diagramma d'una fabbrica con 10 ore di lavoro.

trarre profitto *perenne*, non solo del volume corrispondente alla magra del fiume utilizzato, ma alla magra più il mc. della raccolta, perchè per 7-8 mesi dell'anno le *portate* dei nostri fiumi corrispondono al così detto *stato ordinario*, ch'è maggiore delle magre e spesso in misura molto sensibile.

In tutti i casi però il vantaggio sarebbe sempre piccolissimo, per poterlo menzionare nelle statistiche della Nazione, anche ammettendo che la superficie totale irrigabile fosse 3 volte 22.000 ettari, e gli HP di aumento potessero raggiungere i 60.000.

Mi si potrà dire che le raccolte potranno servire per uso promiscuo industriale ed agrario, e ciò non è generalmente facile che in casi speciali.

È notorio che l'uso dell'energia elettrica — e con essa l'acqua delle raccolte — per illuminazione, trazione, forza motrice nei centri abitati non è costante nelle 24 ore; e, nella generalità dei casi, è rappresentata dai precedenti diagrammi, nei quali la parte tratteggiata rappresenta il consumo di corrente nelle 24 ore.

Nelle applicazioni agrarie invece l'erogazione è *costante* nelle 24 ore, e quindi la coesistenza delle due utilizzazioni importerebbe un consumo totale d'acqua maggiore dei singoli bisogni, industriale ed agrario.

Io non vedo perciò una grande praticità nella duplice utilizzazione dei piccoli serbatoi, anche pel fatto della manutenzione dei bacini di raccolta, i quali per uso agrario devono essere in perfetta funzione nei mesi estivi, mentre è proprio durante questo periodo che gli usi industriali sono in diminuzione.

Il duplice uso è solo possibile nei casi di *grandi laghi artificiali*, come ho progettato nelle valli dell'Aniene (Roma), Agri (Potenza), Lao, Mucone (Cosenza), Tacina (Catanzaro), ecc.

Penso dunque che il piccolo bacino industriale debba servire — nella generalità dei casi — per uso industriale, e l'altro agrario ad uso e consumo della terra.

Da ciò risulta chiaro che il sussidio dalle 30 alle 60.000 lire all'anno al costruttore di una raccolta di 10 milioni di mc. non potrebbe apportare un beneficio di *ordine generale*, ma solo un aiuto singolo all'imprenditore, e tale aiuto potrà riuscire inefficace o superfluo secondo il costo dell'opera.

CONCLUSIONE

Tutto il disegno di legge in esame è imperniato intorno al *do ut des* fra Stato e costruttore, e quindi manca in esso qualsiasi concetto informatore nuovo, profondo che porga un aiuto alla privata iniziativa per trarre profitto, anche modesto, delle acque che, generalmente, sono di rovina: *le piene*.

La Spagna, la Francia, l'Inghilterra, ci hanno preceduti da tempo con sapienti provvidenze di Governo; e noi timidi, paurosi presentiamo — *nel 1912* — un progetto dal pomposo titolo, ma che suona: *sorrenzione corrispondente al risparmio di opere statali, e dove opere da risparmiare non vi siano, niente raccolte d'acqua, meno quelle poche che, potendo passare per le forche caudine dell'art. 2, non costino più di L. 500.000, assieme; il che corrisponde al dono al Paese di una irrigazione di 22.000 ettari, o di poche decine di migliaia di HP per l'industria.*

Ma vivaddio *non tutte* le valli d'Italia richiedono *sistemazioni e ripian-
tagioni di boschi*: fortunatamente questi bacini imbriferi sono pochi, e quindi
il disegno di legge in esame, che integra nell'art. 7 la sua principale, per
non dire unica finalità, *non è di generale interesse*, ma di vantaggio *parti-
colare* a poche rovinare valli, entro le quali l'ignoranza degli abitanti e l'i-
gnavia delle leggi hanno distrutto la naturale difesa del bosco.

Se si ha in mente di fare una legge a favore dei serbatoi, si segua, senza
titubanze, la legislazione della Spagna. Si dovrebbe cominciare con lo stan-
ziare in bilancio non 500 mila lire, ma 5 milioni — per ora — se vuolsi ve-
ramente un'utilità reale, degna del Paese.

Tale disegno incontrerebbe certo il favore del nostro Parlamento, ma se
vi fossero dei dubbiosi, rammenterei loro che la Spagna nel 1879 rese obbli-
gatori i consorzi; nel 1882 emanò la legge di sovvenzione dei serbatoi, for-
nendo anche il capitale necessario al 3 %. Rammenterei che la Francia, parmi
verso il 1878, fece studiare dall'Ing. Maurice Aymar la legislazione e le mo-
numentali opere idrauliche spagnuole, che formano l'ammirazione del mondo
intero, e di tale legislazione prese le direttive, al pari di altre Nazioni.

Se non si credesse di fare tanto, si rivedano le leggi *vigenti* del 1886 e
del 1888 (1) unificandole e coordinandole per agevolare, senza complicate pro-

(1) Le leggi del 28 Febbraio 1886, n. 3732 e l'altra del 27 Febbraio 1888, n. 5192,
sanciscono (Art. 11 della 1^a ed 8 della 2^a) il principio, finora non applicato per
le ragioni innanzi esposte, della sovvenzione del 3 % del capitale d'impianto
nel 1^o decennio, 2 % nel 2^o decennio, l'1 % nel terzo. E, si noti, che le cennate
leggi comprendono:

Legge del 1886

costruzione di nuovi serbatoi, nuove opere di derivazione, estrazione e di con-
dotta d'acqua fino all'a *zona d'irrigazione* ;

Legge del 1888

costruzione di nuovi serbatoi, nuove opere di derivazione, estrazione e condotte
dell'acqua *fino al luogo in cui potranno servire ad uso industriale*.

La legge del 1886 all'art. 10 stabilisce: il Ministro d'agricoltura e commercio
con decreto da emanarsi, sentito il parere del Consiglio superiore d'agricoltura,
potrà concedere, entro i limiti delle somme che verranno stanziare in bilancio,
un concorso ai consorzii d'irrigazione costituiti in conformità alla presente legge,
a Comuni ed a Provincie, per la costruzione di nuovi serbatoi, per nuove opere
di derivazione, estrazione e di condotta delle acque fino alla zona d'irrigazione.

L'art. 11 stabilisce: lo stesso concorso potrà essere accordato anche a privati,
sentito del pari il Consiglio superiore d'agricoltura.

L'art. 12 stabilisce che il concorso dello Stato non può essere concesso se non
per l'acqua realmente destinata all'irrigazione, ed a condizione che sia in quan-
tità non minore di moduli 1 (Litri 100, a minuto secondo) ed in circostanze par-
ticolari anche se l'acqua sia in quantità minore, ma non inferiore ad un quarto;
e che i Comuni e le Provincie concorrano a sussidiare l'opera.

L'art. 13 stabilisce i limiti del concorso dello Stato e dei Comuni e delle Pro-
vincie, e l'art. 14 i periodi nei quali dura il concorso; con l'art. 16 infine si es-
onerano dalla tassa graduale di registro gli atti di costituzione, attuazione ed an-
che per l'esecuzione dei lavori, compresi quelli di acquisto delle acque per l'irri-
gazione.

cedure, la costruzione di serbatoi destinati a qualsiasi scopo, agrario od industriale, nonchè le altre opere derivatorie, di cui sono oggetto le cennate leggi.

Il sussidio dello Stato dovrà commisurarsi al costo della raccolta ed alla sua reale utilità, non alla sola capacità dell'invaso ed a considerazioni di economia in rapporto alle opere statali da costruirsi nei bacini imbriferi relativi.

Potrà lo Stato essere più o meno largo nel sussidio, in misura del risparmio delle opere di sua competenza, *ma non informare il sussidio esclusivamente a questo risparmio*. Bisogna subsidiare la costruzione dei serbatoi per l'utilità che ne deriva: *l'acqua per l'acqua*.

A scopo poi di cattivarsi la confidenza del capitale si deve essere larghi nell'assegnare la durata delle concessioni, che nella Spagna vengono generalmente stabilite di 99 anni. Solo dopo un lungo periodo di tempo lo Stato potrebbe ragionevolmente entrare in possesso di tutto o parte degli impianti.

Con la legge del 2 febbraio 1888, n. 5192 sui consorzi delle acque a scopo industriale, oltre l'agevolazione dei mutui ammortizzabili all'interesse normale, concessa con l'art. 7, è stabilito con l'art. 8 quanto segue:

« Il Ministro d'agricoltura e commercio, con decreto da emanarsi, udito il parere del Consiglio dell'industria e del commercio potrà concedere, entro i limiti delle somme che verranno stanziare in bilancio, un concorso ai Consorzi costituiti in conformità alla presente legge, a comuni ed a provincie, per la costruzione di nuovi serbatoi, per nuove opere di derivazione, estrazione e condotta delle acque sino al luogo in cui potranno servire ad uso industriale... »

Art. 9. — *Lo stesso concorso potrà essere accordato anche a privati, sentito del pari il Consiglio dell'industria e del commercio.*

Con l'art. 10 si stabiliscono le modalità del concorso dello Stato e con gli art. 11, 12 e 13 si stabiliscono i termini ed i periodi del detto concorso.

Con l'art. 17 infine si concedono le esenzioni dalle tasse graduale di registro per gli atti di costituzione e per gli atti successivi fino a quelli d'acquisto dell'acqua a scopo industriale.

Col regolamento infine approvato col R. Decreto 24 giugno 1888, n. 5497 sui consorzi di derivazione ad uso delle acque industriali, si provvede al modo con cui ottenere questi sussidii o concorsi dello Stato, e con l'art. 3 si stabilisce che anche il privato può farne domanda, e con gli art. 10, 11 e 12 il modo di pagamento di questi sussidii.

Con la legge 25 luglio 1904, n. 523 si sono poi enumerate le opere idrauliche di diverse categorie, e con l'art. 16 di detta legge si demanda al Ministero dei Lavori Pubblici la determinazione del fondo da stanziarsi annualmente a titolo di concorsi e sussidii dello Stato per effetto della detta legge, e con l'art. 7 si prevedono le costruzioni dei bacini montani, da eseguirsi a cura del consorzio, che con l'art. 8 deve costituirsi tra proprietari o possessori dei beni interessati, stabilendosi che la ripartizione delle spese ha luogo in ragione del 20 % a carico del Consorzio, del 15 % a carico del Comune o dei Comuni, del 15 % a carico della Provincia o delle Provincie, del 50 % a carico dello Stato.

Come ognuno vede chiaramente vi erano già nelle nostre leggi tante disposizioni di favore per agevolare la costruzione di serbatoi e laghi artificiali, ed è meraviglioso che fin'ora non siano già molto innanzi in Italia le costruzioni suddette.

E dico ragionevolmente perchè la disposizione dell'art. 13 basterebbe da sola a fugare qualsiasi iniziativa di costruzione di laghi artificiali.

Infine, speciali facilitazioni fiscali dovrebbero accordarsi alle concessioni di acqua con serbatoi *destinate alle officine elettriche per la grande trazione, alla distribuzione della corrente elettrica ad uso di riscaldamento e ad uso agrario.*

Ciò perchè se l'elettricità ha oggi conquistato il campo della illuminazione, è ancora però allo stato potenziale dinanzi alla grande trazione ferroviaria, ed agli altri usi ora enumerati. In ultimo si deve por mente al tempo, che, nei rapporti burocratici, continua a considerarsi elemento trascurabile, mentre l'attività sociale oggi tutto accelera ed abbrevia.

Il disegno di legge in esame designa per le concessioni la competenza di *quattro* ministeri. Oggi, per avere un decreto di concessione d'acqua di *competenza prefettizia* occorrono anni: che sarà quando quattro ministeri ed uffici dipendenti dovranno discutere di una domanda di sovvenzione per una raccolta d'acqua, che può anche essere modesta?

Con una buona legge, precisa, completa, sono bastevoli i due dicasteri dei LL. PP. e dell'agricoltura per deliberare: ogni ingranaggio che si può eliminare in una procedura, è tempo, è danaro guadagnato.

DISCUSSIONE

Il Presidente si dichiara per parte sua colpito da talune gravi imperfezioni del disegno di legge, la prima delle quali gli sembra essere la sporporzione fra lo scopo che il Governo si prefigge e l'esiguità dei mezzi che per questo ha destinati; e una seconda l'abuso che commetterebbe lo Stato appropriandosi al termine della breve concessione opere e materiali alla cui costituzione ha contribuito assai modestamente. Rileva che, data la gravità dell'argomento e la brevità di questo scorcio di sessione parlamentare, tale disegno di legge non sarà certamente discusso dalla Camera prima delle vacanze; un voto a questo riguardo potrà perciò essere efficacemente sottoposto all'attenzione del Ministero anche più tardi; intanto conviene avvisare ad ogni mezzo per accrescere l'importanza del voto stesso.

A tal fine propone di interessare alla questione la Presidenza Generale, come già si fece per la elettrificazione della direttissima Roma-Napoli, affinchè la questione stessa venga sottoposta anche alle altre Sezioni ed eventualmente al Consiglio Generale dell'A. E. I.

Se la Società consorella è dello stesso avviso, potrebbe l'ordine del giorno Ruffolo essere presentato, con qualche leggero emendamento; col voto favorevole della Società degl'Ingegneri, Architetti e Industriali di Napoli, invitando il Governo a presentare un nuovo disegno di Legge, ovvero a emendare quello attuale, in modo da renderlo meglio rispondente alle alte finalità della economia nazionale.

Boubée crede di interpretare il pensiero dei suoi colleghi aderendo pienamente all'iniziativa del Prof. Lombardi. Crede opportuno che nell'ordine del giorno si insista perchè sia rilevata la brevità del periodo di concessione previsto nel disegno di Legge, oltre ai due gravi inconvenienti segnalati dal Prof. Lombardi: l'insufficienza della somma prevista in bilancio, e la indebita appropriazione da parte del Governo delle opere accessorie, inerenti agl'impianti eventuali meccanici ed elettrici.

Propone poi che, come la Sezione di Napoli dell'A. E. I. interesserà le altre Sezioni, così anche la Società degl'Ingegneri, Architetti e Industriali di Napoli debba interessare all'ordine del giorno Ruffolo i Collegi e le Società di Ingegneri delle altre città d'Italia.

Ruffolo ritiene l'attuale disegno di Legge dannoso o per lo meno inutile; crede perciò che si farebbe meglio a non prenderlo addirittura in considerazione, potendo bastare, se applicate bene, le leggi precedenti, fatte a imitazione delle Leggi spagnuole, le quali trent'anni fa andarono in vigore e diedero sempre ottimi risultati.

A giudizio suo la Legge, come fu concepita, non va, e non altro che questo egli ha inteso esprimere nel voto che presentò all'Assemblea.

Tuttavia è completamente disposto ad accettare modifiche al suo ordine del giorno, anzi prega le due Società di dare ampio mandato ai loro Presidenti di riprendere lo studio dell'argomento, e di formulare l'ordine del giorno modificato che dovrà presentarsi alle altre Associazioni.

Cangia è d'accordo con l'Ing. Ruffolo nel giudicare l'attuale disegno di Legge assai meno soddisfacente delle precedenti Leggi del 1886 e del 1888. Lo insospettisce poi molto, tutto il tono di esso e della relativa relazione, ove soverchiamente si insiste nel concetto che tale Legge non recherebbe aggravio alle finanze dello Stato.

Deplora anche che il disegno di Legge sia stato elaborato trascurando molti elementi tecnici, i quali avrebbero una grande importanza nell'assicurarne il buon risultato. Ritiene che il Governo avrebbe tutto l'interesse a contribuire più efficacemente di quel che non sia disposto a fare per la costruzione dei bacini artificiali, poichè questi, oltre che soddisfare ai bisogni agricoli e industriali immediati, offrono il vantaggio di ricostituire il patrimonio forestale dello Stato.

Mette in evidenza il pericolo che importanti bacini artificiali abbiano a diventare patrimonio di Società straniera, ove la Legge non disponga che il Governo, mediante una eventuale e adeguata contribuzione originaria, ne resti proprietario dopo un certo tempo.

Non chiedendosi da altri la parola il Presidente propone che si nomini una commissione mista dalle due Società, di cui facciano parte, oltre ai due Presidenti, alcuni Soci particolarmente competenti e l'Ing. Ruffolo come relatore della Comunicazione odierna, col mandato di formulare l'ordine del giorno da presentare alla Presidenza Generale ed alle altre Associazioni.

L'assemblea approva.

ORDINE DEL GIORNO

formulato dalla Commissione composta di membri della A. E. I. (Sezione di Napoli) e della Società degli Ingegneri Architetti e Industriali di Napoli, approvato dalla Sezione di Napoli dell'A. E. I. nella seduta del 29 giugno 1912.

L'Associazione Elettrotecnica Italiana, Sezione di Napoli, e la Società degli Ingegneri, Architetti e Industriali di Napoli, insieme riunite;

Udita la comunicazione del Socio Ing. Ruffolo intorno al disegno di Legge per agevolare la costruzione di serbatoi e Laghi artificiali, distribuita alla Camera dei Deputati il 15 marzo 1912;

Considerato che le disposizioni in esso contenute non sono tali da promuovere in modo abbastanza efficace la costruzione dei Laghi e Serbatoi, se non in alcuni casi, ove concorrano tutte le circostanze previste nel disegno medesimo;

Considerando che per dare un serio incremento a tali costruzioni, le quali grandemente interessano tutta la economia nazionale, sono assolutamente inadeguati i mezzi e le agevolazioni previste, e troppo severe le restrizioni imposte alla concessione, sia riguardo alla durata di esse, come per la forzata rinuncia da parte del concessionario alla proprietà delle opere inerenti alla utilizzazione del bacino;

Considerando che il problema della costruzione dei serbatoi e laghi artificiali è stato nella legislazione di altre nazioni risolto con larghezza assai maggiore di mezzi e di vedute, a cui è opportuno che ispiri anche la legge italiana;

Considerando infine che nelle leggi italiane:

28 febbraio 1886 numero 3732

3 febbraio 1888 » 5192

sono già contenute parecchie disposizioni che è opportuno coordinare col presente disegno di legge;

Tenendo anche presenti le considerazioni formulate al riguardo dall'Associazione Esercenti Imprese Elettriche

Concordemente deliberano:

di richiamare su la importantissima questione l'attenzione dell'Associazione Elettrotecnica Italiana e della Federazione delle Società degli Ingegneri Italiani, allo scopo di promuovere su di essa, in occasione dei prossimi congressi, una larga discussione, e la enunciazione di un voto, che induca il Governo a modificare opportunamente il disegno di legge, informandolo a concetti più larghi, e meglio rispondenti ai bisogni dell'economia nazionale.

La Commissione

Firmati: L. Lombardi — P. Poubée — M. Bonghi — D. Cangia
— F. Ruffolo — M. Massari, segretario.

N. 4.

ALCUNE CONSIDERAZIONI SU L'INSEGNAMENTO TECNICO SUPERIORE

*Comunicazione fatta dal socio Ing. VALLAURI alla Sezione di Napoli
il 25 Aprile 1912.*

Vallauri. Gentili Signore, Ospiti graditissimi, cari Colleghi, vi chieggo scusa se, contro la mia consuetudine, io mi accingo questa sera a leggervi, anzi che a dirvi il mio breve discorso. Ciò diminuirà ancora, e davvero non ve ne sarebbe bisogno, le attrattive della mia poco adorna parola; ma senza lo scritto essa potrebbe forse oltrepassare il mio pensiero, e assumere una sfumatura di tono polemico, che è lontanissima dalle mie intenzioni. Infatti, nelle quistioni di ordinamento didattico, non mi riesce di discostarmi da un certo atteggiamento di discreto scetticismo, poichè mi pare che spesso si esageri nell'attribuire importanza ed efficacia agli ordinamenti scolastici. Pur troppo non basta un buon ordinamento a creare una scuola veramente buona, come non bastano le più savie leggi a far fiorire uno stato. Perciò io non vi esporrò, e sarebbe del resto da parte mia grave peccato di presunzione, un piano di riforma per i nostri politecnici, ma solo:

Alcune osservazioni su l'insegnamento tecnico superiore.

Avendo lavorato per qualche mese nell'Istituto Elettrotecnico di un grande Politecnico tedesco, ho potuto osservare da vicino la costituzione e l'andamento di quella scuola e confrontarla sotto vari aspetti con le sue consorelle italiane.

Noto innanzi tutto, come nell'istituire tali confronti non si debba dimenticare, che le condizioni di sviluppo economico ed industriale della Germania sono assai diverse dalle nostre e che perciò molte cose, che in Germania sono buone ed acconcie, sarebbero da noi cattive e fuori di luogo. Di ciò si ha un esempio tipico nella così detta specializzazione degli allievi ingegneri. La Germania, essendo in grado di arrolarne ogni anno un gran numero nelle sue industrie, può pretendere che essi escano dalle scuole politecniche già specializzati, laddove in Italia, essendo l'industria ancora assai meno evoluta, i giovani mirano a tenersi aperte più vie e a procacciarsi pertanto una cultura più varia e complessa. La quale d'altro canto è anche la più utile per l'adempimento degli uffici in prevalenza burocratici, che ancora oggi assorbono buon numero dei nostri laureati. Per dare ai giovani le basi di questa cultura più varia ed estesa occorre assai maggior tempo e ciò spiega come da noi gl'ingegneri, che pure han seguito un corso di cinque anni, abbiano in ogni singolo ramo una preparazione inferiore, specialmente per quanto riguarda la parte pratica degli insegnamenti, a quella degli ingegneri tedeschi, diplomati in quel ramo particolare (elettrotecnica, costruzione di macchine, chimica tecnica, ecc.) dopo quattro anni di studio. Ne segue che l'ingegnere italiano, che

già è rimasto per un anno di più sui banchi della scuola, appena comincia l'esercizio della sua professione, ha bisogno di un periodo alquanto più lungo per assimilare quei preziosi insegnamenti, che la pratica sola può dare.

Ciò nondimeno, il vantaggio di poter scegliere fra vie diverse e di disporre di una cultura fondata su più ampie basi supera per noi italiani il danno della lieve perdita di tempo. E d'altro canto si deve rilevare, che un ingegnere, il quale aspiri nel seguito della sua carriera a posizioni segnalate, ha bisogno di una cultura non solo profonda, ma anche vasta; e se nel Politecnico ricevette un insegnamento molto specializzato, deve poi con fatica non lieve allargare da sè il campo delle sue conoscenze. Della opportunità di non troppo suddividere le categorie di allievi è prova il fatto, che le sezioni più specializzate, istituite con rilevanti spese presso alcune nostre scuole, sono le meno frequentate dai giovani, i quali si affollano invece nelle altre di tipo più eclettico.

Non si può affermare tuttavia, che l'intero ordinamento degli studi tecnici sia da noi perfetto e che il confronto con una scuola tedesca non suggerisca qualche dubbio in proposito. Ricorre qui ad esempio l'antica questione, se l'insegnamento delle matematiche superiori, quale si dà presso di noi ai futuri ingegneri, non sia troppo ampio, od almeno non manchi talora di un indirizzo veramente adatto agli scopi, cui deve servire. E ci si chiede se non sarebbe possibile raccogliere gl'insegnamenti teorici, compresa la meccanica razionale, nei primi due anni di studio come si faceva ad esempio nell'Accademia Navale durante il periodo, ora chiuso, in cui essa ebbe un ordinamento, che la manteneva assai bene nel grado di una scuola superiore. Lo studio, abbreviato nel tempo, dovrebbe in cambio essere reso più intenso e sempre meglio aiutato da esercizi, tratti dai vari rami dell'ingegneria; e per comprovare il profitto conseguito dai giovani si dovrebbe tornare alla pratica degli esami scritti, i quali richiedono, a mio giudizio, una preparazione più profonda e più seria, che non i soli orali. Si potrebbe forse così evitare ciò che accade oggi a buona parte degli ingegneri, i quali conservano delle matematiche superiori solo un nebuloso ricordo e le considerano come teorie astruse e sfuggenti, piuttosto che come mezzi perfetti e precisi di indagine e di calcolo. Di fatto i più si accingono ad abbandonare la trattazione di un problema o lo studio di un lavoro, che richiedano il sussidio del calcolo, piuttosto che rievocare dai ricordi di scuola o rintracciare nei libri le conoscenze necessarie.

Raccogliendo nei primi due anni le matematiche superiori, svolte secondo un indirizzo consono agli scopi dell'ingegneria, e unendole fin dal principio a corsi orali e ad esercizi di disegno, che predispongano la mente dello studente ai criteri professionali, si potrebbe forse stabilire un programma minimo di insegnamento da svolgersi in soli quattro anni. Ciò aprirebbe la via ad una riforma veramente sostanziale, di cui la Germania ci porge l'esempio e a favore della quale militano molte buone ragioni. Voglio dire la creazione di diversi gradi fra gli ingegneri. Invero gli uffici, che un ingegnere può essere chiamato a coprire, oltre ad essere molto vari riguardo alla loro natura, presentano anche grandissime differenze riguardo alla loro importanza ed alle attitudini, che richiedono da chi li sostiene. Per esempio, in una grande azienda di costruzioni elettromeccaniche ben altre conoscenze deve possedere il consulente teorico (che ha per compito di sciogliere i dubbi e vincere le difficoltà scientifiche incontrate dagli ingegneri progettisti, e di studiare le più nuove ed ardite applicazioni), in confronto con un ingegnere di officina, il quale abbia una posizione di poco superiore a quella di un buon capo-tecnico. A tanta disparità di compiti è ben giusto, che corrisponda una certa differenza nella preparazione accademica. Ciò apparisce sopra tutto necessario a chi esami la innegabile difficoltà, che offre lo studio veramente approfondito di certe parti dell'ingegneria alle intelligenze non superiori alla media. Da noi, ove meta unica e comune è per tutti la laurea, gli insegnanti nei loro corsi debbono scegliere fra un indirizzo relativamente ristretto e alla portata di tutti gli allievi e un indirizzo elevato, adatto solo ai migliori e che li metta in grado di aspirare alle forme

più alte dell'attività professionale. A me pare, che in media i nostri professori pendano verso questa seconda via; ma, non potendo pretendere tutto da tutti, si accontentano poi da parte della maggioranza degli allievi di una mezza scienza, la quale pur troppo non è limitata nella quantità, ma nella qualità, ossia è incerta, disordinata, malsicura e perciò poco durevole e del tutto inutile ad una professione, che richiede invece conoscenze magari ristrette, ma sicure e precise. La presenza nelle nostre scuole di un buon numero di allievi, che seguono con troppo stento gli studi e perdono uno o più anni lungo il cammino, deprime il livello medio della scolaresca e crea un'atmosfera, in cui anche i migliori non lavorano con quell'alacrità e con quel profitto, che in altre condizioni potrebbero raggiungere.

Questi inconvenienti sono in gran parte eliminati in Germania dal fatto, che gli studenti possono aspirare, come compimento della loro vita accademica, a gradi di diversa elevatezza, cui corrispondono i titoli affatto diversi di ingegnere (Ing.), ingegnere diplomato (Dipl. Ing.) e dottore in ingegneria (Dr. Ing.). Gli esami, a cui vengono sottoposti i primi, mirano a constatare soltanto, se essi posseggano le conoscenze strettamente necessarie all'esercizio professionale. Gli esami di diploma debbono « fornire la prova, che il candidato ha conseguito mediante lo studio accademico una tale cultura nel suo ramo, che garantisca sufficiente fondamento ad una attività professionale indipendente e ispirata a criteri scientifici ». Infine la concessione del titolo di dottore in ingegneria è subordinata, oltre che al precedente conseguimento del diploma e ad altre condizioni, anche alla presentazione di uno studio, « il quale dimostri l'attitudine del candidato al lavoro *scientifico* nel campo della tecnica ».

Il tema di diploma è d'ordinario un lavoro di ingegneria, consistente in un progetto, che i candidati debbono svolgere in ogni sua parte e che corrisponde con molta approssimazione ai lavori di laurea, che si presentano nei nostri politecnici. In complesso infatti la nostra laurea in ingegneria ha, a mio giudizio, un valore presso che equivalente a quello del « diploma » tedesco. Accanto a questo titolo, che dovrebbe continuare ad essere quello tipico, preteso dallo stato per i suoi funzionari ingegneri, sarebbe opportuno che se ne istituissero anche da noi altri due, l'uno più modesto, che potesse esser conseguito in minor tempo e con minor fatica, ed uno più elevato, che richiedesse un periodo ulteriore di lavoro e di studio. L'opportunità di questa riforma è specialmente sensibile nel campo della così detta ingegneria industriale (meccanica, elettrotecnica, chimica, ecc.), nel quale per i compiti più modesti bastano cognizioni relativamente ristrette, laddove per quelli più elevati occorre la conoscenza profonda di scienze complesse e difficilissime (termodinamica, fisica matematica, chimica fisica, ecc.). La istituzione del dottorato dovrebbe rimanere, com'è in Germania, un grado affatto distinto dalla privata docenza e conseguito da un numero relativamente assai più grande di candidati. Così si potrebbero cimentare i giovani migliori al lavoro di gabinetto, che per essere condotto con una certa indipendenza richiede non comuni attitudini di iniziativa, di costanza e di acume; si preparerebbe un ricco contingente, fra cui scegliere i futuri professori, formando anche in quegli ingegneri, che dopo il dottorato entrassero nelle industrie, un primo nucleo delle rare qualità necessarie a un insegnante; e infine si darebbe un impulso notevole alla produzione scientifica, poichè l'esperienza della Germania, ci insegna, che fra le dissertazioni dottorali molte sono le buone e più d'una le ottime.

★★

La suddivisione dei politecnici tedeschi in parecchie sezioni e la ramificazione, che ne consegue nelle vie seguite dai giovani, consentono all'insegnamento di ciascun ramo di estendersi in modo assai più ampio di quanto presso di noi non accada. Ciò presenta i vantaggi e gli inconvenienti, cui già si è accennato e per

i quali può ad esempio accadere che un ingegnere diplomato in elettrotecnica abbia bensì una nozione abbastanza precisa e chiara dei tipi più recenti di macchine elettriche, come son quelle a corrente alternata e a collettore, ma non possenga sopra le turbine a vapore o ad acqua se non criteri alquanto sommari e superficiali. Ma d'altro canto accade che i professori delle singole sezioni dispongano di un tempo assai largo per svolgere con ampiezza i loro programmi, e pur tuttavia gli studenti, dovendo ascoltare un numero complessivamente minore di lezioni orali, siano un po' meno affaticati e possano attendere con maggior profitto alle esercitazioni pratiche e ai disegni.

Quanto al modo di insegnare, parmi che nella media i professori tedeschi non si preoccupino soverchiamente di far lezione in quel modo che si suol chiamare brillante, e che, a dir vero, non troppo si addice agli argomenti tecnici. Più d'uno legge buona parte di ciò che espone e parecchi parlano con familiarità discreta. Ma troppo difficile ed incerto sarebbe il giudicare, se essi abbiano saputo più degli altri avvicinarsi alla forma tipica e perfetta dell'insegnamento nel campo dell'ingegneria. Tale forma è, a mio giudizio, raggiunta, quando l'insegnante suppone la massima possibile ignoranza nel suo uditorio, e non si serve di principi già acquisiti e dimostrati senza richiamarli brevemente, e sacrifica alla chiarezza l'eleganza un po' acrobatica di certi passaggi, e procede con ritmo non troppo celere, preferendo di enunciare un'idea una sola volta e adagio, piuttosto che due volte ed in fretta, e non astrae completamente dall'uditorio, ma si sforza di seguire il cammino del suo pensiero, fin ch'esso non viene raccolto nelle menti dei giovani, e cerca di correggere (osservando i loro sguardi e l'espressione dei loro volti e ricorrendo di quando in quando, ove sia acconcio e possibile, anche al metodo socratico del dialogo) gli errori di prospettiva, ch'egli commette nel giudicare della difficoltà dei singoli argomenti, e dà a questi il giusto risalto e li pone nella luce che loro si conviene a seconda della loro importanza, così da presentare della materia trattata una visione in rilievo, di gran lunga più efficace che non quella assai più uniforme offertane dai libri, anche se molto ben fatti, e, non dimenticando le analogie, nè le sintesi, inizia ogni lezione col riassumere gli argomenti ultimamente trattati e con l'enunciare il titolo di quelli che si vogliono esporre e che saran di nuovo ricapitolati alla fine; non trascura insomma ogni mezzo per rendere veramente fruttifere le ore che gli studenti passano in iscuola. A questo proposito è per me fuor di dubbio, che quasi sempre il numero dei giovani, che ascoltano le lezioni orali senza seguirle col pensiero e sciupano così gran parte del tempo ad esse destinato, è di gran lunga maggiore di quanto in generale i professori non credano.

In Germania, com'è noto, le lezioni durano sempre tre quarti d'ora e sono separate l'una dall'altra dal così detto quarto d'ora accademico, iaddove da noi si dà il caso di lezioni notevolmente più lunghe. Mi sembra che questa nostra consuetudine sia da proscrivere, poichè una lezione di tre quarti d'ora, veramente ben fatta, costituisce un giusto sforzo per l'insegnante e cimenta già abbastanza le facoltà di racoglimento e di attenzione dei giovani. Nulla vieta del resto, che, ove la mole degli argomenti da svolgere lo esiga, un professore tratti della medesima materia in due lezioni consecutive.

Il numero totale dei giorni di lezione non è in Germania molto superiore che presso di noi, ma è meglio distribuito nell'anno scolastico per effetto della suddivisione in due semestri. Ben è vero, che il calendario germanico non potrebbe essere applicato integralmente in Italia per la inopportunità di protrarre i corsi fino a quasi tutto il mese di luglio; tuttavia nulla giustifica il grande indugio che si frappone in qualche nostra scuola alla ripresa autunnale dei corsi.

Quanto alla costituzione del corpo accademico e all'ordinamento degli studi, i politecnici tedeschi traggono grandi vantaggi dalla larga autonomia ad essi concessa. Innanzi tutto, nella scelta dei professori, il fatto, che la misura dei compensi non sia immutabilmente fissata, ma possa invece variare per una medesima

carica fra ampi limiti, a seconda del valore individuale dell'insegnante chiamato a coprirlo, consente alle scuole di assicurarsi con la più grande libertà di scelta l'opera degli uomini migliori e più segnalati. Ed egualmente, per ciò che riguarda gli assistenti, i politecnici tedeschi hanno modo di non lasciarsi sfuggire i giovani più egregi, creando ad essi condizioni morali e materiali soddisfacenti. Invero la grandissima libertà di insegnamento permette di affidare ad un assistente, che abbia le attitudini e la maturità necessarie, lo svolgimento di questo o di quel ramo di un determinato corso e di compensarlo in modo tale, che egli non ceda facilmente alla tentazione di abbandonare la vita accademica per quella industriale. E si dà anche il caso di tecnici, che compiano a ritroso questo passaggio dopo aver conseguito un impiego nell'industria, tante sono le attrattive di cui può esser circondata in Germania la carica di assistente. Da noi invece la tenuità e, più ancora, la invariabilità del compenso e la certezza che sotto il rigido impero della legge (la quale vieta ogni modificazione dell'ordinamento degli studi, della distribuzione degli incarichi e simili) qualunque progresso è subordinato alla rara eventualità della vacanza di una cattedra, fan sì che gli assistenti siano costretti a cercarsi altri impieghi fuori della scuola e a vivere del lavoro professionale. Ne segue, che i più rinunciano affatto a progredire nella vita accademica e non dedicano al politecnico se non i ritagli del loro tempo, senza viverci dentro e senza lavorarvi, così che taluni laboratori divengono silenziosi musei, colmi di apparecchi che la polvere ricopre e il tempo corrode, invece di essere, come dovrebbero, fucine piene di movimento e di attività. I pochi, che lavorano nel campo scientifico-tecnico e che aspirano a proseguire nel cammino accademico, sono quelli che possono rinunciare per un tempo indeterminato a mantenere l'equilibrio della privata economia con i frutti del loro lavoro. Ciò oltre ad essere ingiusto ed assurdo in un paese, che si professa democratico, è anche molto nocivo, poichè limita il numero degli aspiranti ed esclude dall'agone dell'insegnamento superiore elementi davvero preziosi.

Purtroppo allo stato attuale delle cose e nel nostro paese, ove forse qualche poco di favoritismo ha ancora radici, ma soprattutto han tenacissime radici la paura e il sospetto del favoritismo, è affatto platonica la speranza che si istituisca un regime di libertà di insegnamento, quale è quello che vige in Germania, e da cui le nostre scuole politecniche trarrebbero senza dubbio una vita più florida, un'attitudine più pronta ad adattarsi alle esigenze sempre nuove dell'insegnamento dell'ingegneria, un'ancor più alta dignità ed una maggiore influenza su lo sviluppo tecnico del paese.

Un altro minore aspetto della medesima questione e cioè dei danni che le strettoie di leggi e regolamenti possono recare in un campo così delicato, come quello dell'alto insegnamento, si rileva nella questione dei congedi. In Germania, senza che sia stabilita formalmente quella mirabile norma, che vige in taluna università americana, per la quale i membri del corpo insegnante debbono alternare alcuni anni di vita scolastica con uno di viaggi e di studi all'estero, pure è in vari modi agevolata ed in qualche caso incoraggiata la medesima pratica. Sfogliando gli annuari dei politecnici tedeschi è facile constatare, come non sia raro il caso di docenti, i quali si trovino in congedo per ragioni di studio e che siano regolarmente sostituiti per interi semestri. Da noi invece, ora che anche su tutto il corpo accademico si è steso l'imperio della legge su lo stato degli impiegati, pare che neppure al ministro sia lecito accordare un congedo di durata superiore a due mesi, onde chi voglia per ragioni di studio recarsi all'estero, non solo non è in alcun modo incoraggiato, ma urta contro la necessità, spesso proibitiva, di mantenersi spendendo completamente del suo. Quali vantaggi trarrebbero le scuole politecniche da frequenti viaggi di studio dei nostri docenti, non v'è chi non veda. Basti far cenno della sempre più diffusa conoscenza delle lingue, dello scambio intellettuale con i più illustri cultori delle varie discipline, dello stimolo che se ne trae a rinnovare e a ringiovanire continuamente il proprio insegna-

mento ed infine della certa possibilità di far conoscere ed apprezzare all'estero la somma non piccola di lavoro scientifico, che si produce da noi, ed insieme di spingere gli studiosi stranieri ad apprendere un poco della nostra lingua per leggere nell'originale ciò che in Italia si vien pubblicando e che è spesso troppo immeritatamente trascurato al di fuori.

★★

Il punto critico di ogni questione, che abbia tratto all'insegnamento tecnico, è nel contrasto e nell'equilibrio fra teoria e pratica. Questo contrasto esiste dovunque e per la natura stessa delle sue cause non potrà forse mai scomparire. In ogni paese molti ingegneri, apertasi una strada nel campo professionale, giudicano con severità la scuola, che fornì loro le prime armi per la lotta, e affermano, che quelle armi erano male appuntate, che il tempo degli studi non fu impiegato bene e che gl'insegnamenti, in gran parte inutili o disadatti, dovettero essere sostituiti da conoscenze apprese poi, coi propri mezzi, fuori della scuola. Fatto il debito conto della tendenza profondamente umana, che spinge ciascuno ad attribuire soltanto a sè stesso la causa dei propri successi, piuttosto che riconoscerla negli insegnamenti altrui, resta pur sempre in quell'accusa una parte di verità. Certo, se si adotta, com'è giusto, un criterio veramente largo nel giudicare della utilità diretta e indiretta degli insegnamenti, difficilmente si troverà nei nostri programmi qualcosa di veramente inutile; ma il difetto, se esso esiste, è di altra natura ed assai più difficile a correggersi, perchè esso consisterebbe, non nella materia di insegnamento, ma nel modo e nello spirito dell'insegnamento medesimo. I pratici affermano, che molti professori non posseggono e quindi non possono comunicare ai loro allievi quell'indefinibile criterio professionale (*Gefühl*), senza del quale l'ingegneria, che è pur sempre un'arte, non può esser esercitata con successo. E a questo riguardo non si può negare, che certi corsi sembrano fatti per preparare sia pure professori di ingegneria, ma non veri ingegneri.

Come causa unica di ogni manchevolezza taluni additano il fatto, che molti insegnanti non hanno mai esercitato la professione di ingegnere nel campo del loro insegnamento; e sorridono di chi illustra la struttura delle macchine, senza averne mai calcolata e progettata alcuna, e di chi spiega le proprietà più minute degli strumenti, senza averne mai fabbricati, e di chi insegna a installare grandi centrali di ogni tipo, senza averne costruita una sola. Ora, è bensì vero che tra i migliori professori di elettrotecnica, che oggi vantano le scuole tedesche, alcuni ve ne sono, che furono prima ingegneri nell'industria, ma non è dimostrato che per l'appunto ad essi e non alle ambienti condizioni dello sviluppo tecnico del paese, siano dovuti certi aspetti più pratici dell'insegnamento, che da noi mancano.

Tra questi giova anzi tutto rilevare il fatto notevolissimo, che i candidati al conseguimento del diploma, oltre ad aver seguito con successo gli otto semestri di studio, debbono anche aver lavorato per un anno praticamente nell'industria. In Inghilterra, come è noto, si ritengono necessari per gli ingegneri meccanici almeno due o tre anni di tale lavoro ed i giovani vi si dedicano dopo la fine degli studi, perchè il metodo, senza dubbio migliore, di alternare i periodi di scuola con quelli di officina (il così detto metodo a *sandwich*) urta contro la difficoltà di far accettare dalle ditte i giovani apprendisti per un periodo inferiore ad un anno. Anche in Germania non mancano i sostenitori di un più lungo periodo di lavoro pratico e di riforme ancor più radicali.

Presso di noi potrebbe farsi qualche cosa di simile, sebbene in proporzioni molto più modeste, spingendo i giovani ad impiegare nel lavoro pratico qualche mese delle vacanze estive. A tal fine occorrerebbe abbreviare le sessioni di esami, che durano talora più di due msi, e far sì che la maggior parte dei giovani si presentasse a tutti gli esami fin dalla prima sessione. Si è già rilevato come i corsi siano effettivamente seguiti con attenzione e con studio, e quindi con pro-

fitto, da una minoranza talora piccolissima di allievi. Ciò dipende in parte dalla imprevidenza propria dei giovani, ma in parte anche dal fatto che i corsi non sono sempre impartiti in modo veramente efficace. Ne segue, che a fin d'anno gli allievi devono prendere a studiare le singole materie quasi *ex novo* e rinunciano senz'altro a buona parte degli esami per distribuirli fra la sessione estiva e quella autunnale e, dove è malauguratamente concessa, quella primaverile. A ciò danno opera anche alcuni professori con il loro modo di esaminare, secondo il quale si pretende la conoscenza di una grande quantità di materia e ci si acconcia quindi spesso per forza a che questa materia sia mal digerita, laddove sarebbe assai più provvido pretendere poche nozioni fondamentali, ma possedute in forma sicura e definitiva. Per queste ragioni il prepararsi agli esami richiede gran tempo, le sessioni sono lunghe e le vacanze quasi non esistono per i giovani, che pure trarrebbero grandi vantaggi da una completa interruzione e da un radicale mutamento della loro vita.

Sarebbe facile introdurre disposizioni regolamentari atte ad abbreviare le sessioni di esami, che in Germania durano pochi giorni e a spingere i giovani a rinviare solo per eccezione qualche prova alla sessione autunnale. L'andamento generale degli studi ne risentirebbe un notevole beneficio e le vacanze sarebbero vacanze davvero per tre mesi; dei quali uno potrebbe dedicarsi al riposo intellettuale, ai viaggi, agli *sports* e gli altri due a un poco di lavoro pratico. L'utilità di quest'ultimo consiste, non tanto nelle nozioni che direttamente si possono apprendere e che abbreviano forse appena di qualche mese il tirocinio professionale successivo al diploma, quanto nel rendere più attraenti e più chiari i successivi insegnamenti scolastici, moltiplicandone l'efficacia e contribuendo a creare quell'atmosfera, in cui i giovani si foggiano più facilmente un criterio professionale. A questo proposito l'osservatore è talora penosamente colpito dalla grande indifferenza, che conserva la massa dei nostri studenti per le materie che studia. Si può dire, che essi restino passivi davanti agli insegnamenti che ricevono, e si preoccupino unicamente di ridurre la mole, per alleggerire la faticosa preparazione agli esami, e di fare quanto è necessario per conseguire una buona classificazione finale. I più sono nell'ignoranza quasi completa delle grandi questioni tecniche, che si agitano nel mondo industriale e che hanno larghe ripercussioni nella vita stessa della nazione, nè si curano di saperne qualcosa. E non si appassionano ai problemi che studiano, non ne discutono fra loro, non si sforzano di apprendere più di quanto hanno inteso in scuola, non cercano di vivificare le nozioni acquisite; le quali invece restano fredde ed estranee nella loro mente, di cui il fervore giovanile va completamente sprecato per altre vie. Lo studio par loro perciò più duro e più faticoso, essi ne traggono assai minor profitto e danno ragione coi fatti a quegli industriali, che deplorano il disorientamento, la presunzione e, se non l'ignoranza, almeno l'incapacità di molti giovani ingegneri.

A correggere questi difetti fa d'uopo da un lato, come si è detto, rinnovellare instancabilmente lo spirito della scuola, rendendola partecipe di tutto il movimento scientifico e tecnico, e d'altro lato promuovere con ogni mezzo nei giovani l'attitudine all'iniziativa e allo sforzo individuale. Al che possono servire, oltre che un migliore impiego delle vacanze, anche molte altre piccole pratiche della vita scolastica. A mo' d'esempio il laboratorio di elettrotecnica è in molte scuole tedesche predisposto in modo, che i giovani, ricevuto il tema dell'esercitazione da svolgere e con il sussidio di una guida scritta, si pongano al lavoro con molta indipendenza, scegliendosi gli strumenti e i reostati, disponendoli su quadri volanti, studiando gli schemi dei circuiti ed eseguendoli con le proprie mani. Questo metodo, in confronto con l'altro di far trovare ai giovani tutto preparato, così che loro non resti altro da fare se non una serie di letture agli strumenti, ha lo svantaggio di non assicurare quasi mai una ricca messe di dati sperimentali, acconcia a costruire intere famiglie di curve e a constatare il previsto andamento dei fenomeni, ma è il solo che spinga i futuri ingegneri ad acquistare una certa sicu-

rezza nelle prove elettriche e a non illudersi circa la loro reale difficoltà. L'altro metodo può del resto essere in parte sostituito da esperienze fatte in iscuola, usando strumenti adatti per la lettura a distanza.

Ma la questione capitale, alla quale tutte le altre sono subordinate e da cui dipendono così lo spirito informatore, come l'andamento degli studi tecnici, rimane pur sempre quella delle doti e della preparazione teorico-pratica degli insegnanti. Nel campo dell'ingegneria non è facile che accada qualcosa di simile a quanto avviene in quello della medicina, ove talora una stessa persona esercita insieme ed in modo eminente la professione e l'insegnamento. Il dispendio di tempo e di lavoro intellettuale e il peso di responsabilità, che porta con sé un ufficio segnalato sia dell'insegnamento tecnico, sia nella grande industria, sono tali da non poter essere simultaneamente sostenute dalla stessa persona. Resta dunque solo da scegliere su la preparazione dell'insegnante, e cioè se si debbano preferire gl'ingegneri dell'industria o gli studiosi di laboratorio. S'intende che, per gli insegnamenti di natura prevalentemente teorica, non vi è dubbio possibile; ma per gli altri si può affermare a priori, che nessuna delle due preparazioni tipiche basta da sola a foggare insegnanti veramente compiuti: occorre invece una preparazione intermedia che partecipi dell'uno e dell'altro metodo.

L'ingegnere dell'industria manca spesso di quelle qualità pedagogiche, che nella trattazione delle scienze applicate hanno importanza forse anche maggiore, che non nell'insegnamenti universitari di scienza pura. Accade non di rado di osservare, che professori provenienti dall'industria mostrino, anche dopo parecchi anni, una certa mancanza di metodo e rivelino come uno sforzo interiore nell'adattarsi al loro nuovo ufficio e all'atmosfera scolastica, alla quale taluni restano durevolmente estranei. Certo la vita nell'industria dà all'intelletto un'impronta particolare, che talora è in contrasto con lo spirito animatore dell'insegnamento. E a questo riguardo l'aver passato non nelle officine, ma negli istituti scolastici quegli anni fra la giovinezza e la maturità, in cui lo spirito è più plastico, l'esser stati in mezzo ai giovani quando si era ancor giovani, l'esser passati per gradi dalla condizione di studente a quella di professore, osservando e studiando da tutti i punti di vista la difficile funzione dell'insegnare, è senza dubbio la via, che prepara le migliori qualità didattiche.

D'altro canto l'ingegnere pratico ha requisiti, che mancano assolutamente, a chi sia vissuto sempre chiuso nei laboratori e negli istituti scientifici. Egli ha una grande sicurezza nel giudicare dell'importanza reale delle varie parti di un insegnamento, nell'accorgersi sollecitamente, che talune sono ormai antiquate e perciò da tralasciarsi in confronto ad altre, che debbono essere invece ampliate ed illustrate, ha pronta attitudine a trattare le questioni in cui la tecnica si intreccia con l'economia ed in genere possiede quella chiarezza e quella precisione di idee, che son proprie di chi ha appreso direttamente dalla realtà, anzi che dai libri. È giusto tuttavia notare, che queste doti preziose sono quasi sempre limitate ad un campo assai ristretto, poichè, a causa della minuta specializzazione della grande industria moderna, è raro che un ingegnere abbia avuto modo di fare esperienza in molti rami diversi; perciò anch'egli, divenuto professore, dovrà nella maggior parte del suo corso impartire scienza di seconda mano.

Nel complesso dunque, tenendo conto che solo la vita accademica concede una certa indipendenza nel disporre del proprio tempo e nell'imprimere allo sviluppo dell'intelletto un corso prestabilito, sembra giusto concludere, che la miglior preparazione per un futuro insegnante sia quella, che si inizia con un periodo di studio e di lavoro negli istituti scientifici, il quale allarghi e consolidi la base delle conoscenze apprese durante il corso normale di studi. Questo cammino che parrebbe volto alla preparazione, che si suol dire puramente teorica e di cui si son rilevati i difetti, deve esser corretto con opera assidua e tenace, che miri ad introdurvi in larga misura gli elementi pratici. A ciò è necessario non solo il sincero riconoscimento della grande importanza di quegli elementi, ma anche l'uso di molti

altri mezzi, quali la ricerca e la cura di mantenere un contatto intimo ed uno scambio continuo di idee con coloro che vivono nell'industria, l'esercizio diretto della professione in lavori di varia natura, di cui la scelta ed il compimento siano subordinati e coordinati allo scopo di ben penetrare l'essenza delle questioni tecniche, ed infine l'interruzione periodica della vita accademica per dedicarsi ora a viaggi di studio, ora all'attività industriale in qualcuna delle sue forme più salienti.

★★

Le riflessioni qui abbozzate non pretendono affatto ad essere complete o definitive, sia per la non grande ricchezza del materiale di osservazione, sia per la poca esperienza dell'osservatore. Esse non si riassumono perciò in conclusioni ed in proposte precise, ma potranno forse suggerirne qualcuna ad altri meglio versati nella difficile materia. Comunque sia, chi le ha scritte può sinceramente ripetere col poeta: « Io parlo per ver dire » con quel che segue, e soggiungere che, insieme con l'amore per la verità, lo spinge quello per le nostre scuole di ingegneria e quindi anche per l'avvenire industriale della nazione.

DISCUSSIONE.

Il Prof. *Marcolongo* plaude anzitutto alle belle idee, così chiaramente espresse dal collega *Vallauri*, e ricorda che la questione della preparazione matematica degli ingegneri fu ampiamente discussa nel Congresso della Società per il progresso delle Scienze a Parma nel 1907, in seguito a una dotta relazione del Prof. *Somigliana*. In quell'occasione anzi si fecero proposte radicalissime, di cui soltanto alcune furono attuate a Padova. Il Prof. *Marcolongo* ritiene assolutamente indispensabile di anticipare di un anno lo studio del Calcolo, base di tutti gli studi dell'Ingegnere. Solo così sarebbe possibile portare al secondo anno di Facoltà lo studio della Meccanica Razionale, assecondando il voto di molti competenti. Una tale riforma potrebbe essere attuata molto facilmente, chè le nostre Facoltà sono arbitre di ordinare come meglio credono gli studi del biennio di avviamento all'ingegneria. Egli crede che un voto fatto in questo senso dall'Associazione, nella forma che la presidenza crederà più efficace, non sarebbe inopportuno; tanto più che pare gl'ingegneri non si siano troppo occupati sin qui del grave argomento. Ricorda finalmente che un'altra importante riforma è stata arditamente proposta ed efficacemente difesa, dall'illustre e compianto *Vailati* e accettata dalla Commissione Reale per la riforma della Scuola media, cioè la questione della introduzione dei concetti di funzione, di derivata e di integrale nelle scuole secondarie, ossia più precisamente nei licei scientifici. Tale riforma, effettuata già in Francia e in parte in Germania per l'opera possente del *Klein*, e di cui il *Marcolongo* è zelante e entusiasta fautore, sarebbe vera e benefica preparazione di quell'altra, che presto o tardi fatalmente dovrà avvenire per il primo biennio della Facoltà matematica. Da ultimo il Prof. *Marcolongo* sente il dovere di ringraziare il Presidente per il cortese e gradito invito, e per avergli concesso di prendere parte a sì importante discussione.

Il Prof. *Ragno* si associa alla maggior parte delle utili considerazioni così brillantemente espresse dal Prof. *Vallauri*. Egli pure ritiene imprescindibile che all'insegnamento tecnico superiore non debba mai mancare il carattere strettamente scientifico, e che l'appropriato lungo corredo di studi di matematiche su-

periori non debba assolutamente far difetto nell'ingegnere; però con sommo compiacimento si riporta alle parole testè scritte dall'Enry Le Chatellier, le quali rispondono a un vecchio convincimento che l'oratore sostiene da un ventennio circa.

Il Le Chatellier dice: « *pour le savant les points nouveaux et incertains de la science sont le plus intéressants; pour l'ingénieur les parties plus anciennement connues et les mieux étudiées, qui ont reçu les applications les plus nombreuses, sont seules utiles* ».

Chi si informa a tale criterio mal può vedere l'accentuata specializzazione degli studi tecnici superiori, speciaimente poi quando, come da noi, i bisogni del paese ciò non reclamano ancora ben decisamente. Per la Francia stessa, i più, col Le Chatellier, reclamano l'insegnamento di carattere enciclopedico, e quindi una limitazione giusta negli insegnamenti speciali. Il parallelo con quanto si fa altrove, va pure fatto con particolari riguardi; ed in quanto all'insegnamento tecnico tedesco, il Prof Ragno ricorda che esso si suddivide in:

1) Scuole tecniche superiori — *Hochschulen* (1) — alle quali si accede col certificato degli studi liceali;

2) Scuole di arti e mestieri — *Fachschulen* — divisi in due gradi: a) Superiori — *Gewerbeschulen*, *Ingenieurakademie*, *Polytechnische Lehranstalt*, ecc. — per essere ammessi alle quali è necessario il certificato di esame di volontario di un anno; b) Scuole per capi operai — *Werkmeister Schule* — alle quali si accede col certificato solo di compiuta istruzione primaria;

3) Scuole professionali — *Arbeiterschule*.

In Italia si hanno scuole superiori paragonabili solo alle *Hochschulen*, e non si hanno tutte le scuole di ingegneri e tutti i politecnici, ecc., come in Germania, i quali soddisfano ai bisogni particolari sempre crescenti e mutevoli della sviluppata industria tedesca. Con i milioni dati dal Krupp si è creato l'istituto speciale di Aix La Chapelle, per es., per gli studi superiori e speciali di metallurgia, ma l'insegnamento superiore tecnico tedesco sempre più si avvicina alla formola voluta dal Le Chatellier, e dagli « amici della scuola Politecnica in Francia », ed in Germania sostenuta dalla associazione degli ingegneri, — che conta 20.000 soci con a capo il Dott. Ing. Th. Peters — contro l'esclusivismo delle vecchie università tedesche.

Il Prof. Ragno crede che ii difficile stia nel dare giusta misura specialmente agli insegnamenti di carattere particolare. Ed egli chiude il suo dire richiamando dal secondo rapporto del comitato tedesco ai suggerimenti essenziali e di indole generale circa la istruzione dei professori speciali: e cioè, che gli insegnamenti delle discipline tecniche non debbono essere impartiti se non da ingegneri, i quali siano da lungo tempo nella pratica; che non siano raccomandabili nelle *Hochschulen* corsi speciali per la formazione dei professori per le scuole di arti e mestieri superiori o inferiori; che finalmente sia desiderabile che i professori restino a contatto con la pratica, ammettendo che essi abbiano un'occupazione all'infuori della Scuola, senza pregiudizio della funzione principale di insegnante.

Per le considerazioni espresse egli dissente quindi lievemente dal collega Vallauri, del quale condivide l'entusiasmo per tutte le questioni che riflettono il miglioramento del nostro insegnamento tecnico, che tanta gloria dette e dà al nostro paese.

Il Prof. Lombardi riconosce tutta la giustezza delle osservazioni fatte dal professore Marcolongo, ma dubita che un voto nel senso da Lui indicato non possa avere completa efficacia quando non emani da un corpo più autorevole della nostra sola Sezione. Propone adunque di richiamare sull'importante argomento l'atten-

(1) In Germania ve ne sono undici.

zione della Presidenza generale, per il caso in cui Essa voglia sottoporlo alla discussione dell'assemblea plenaria in una delle prossime riunioni annuali.

Per parte sua il prof. Lombardi non sa rinunciare a segnalare quello che a suo giudizio costituisce il punto debole delle nostre scuole superiori: e cioè il sentimento di innata ritrosia, quasi di avversione che gli studenti hanno contro la disciplina scolastica, che pure è il presidio più forte della Istituzione alla quale essi appartengono. Certo la mole di cognizioni che lo studente deve assimilare, e di lavoro che deve compiere, nei pochi anni della Scuola, è grave, ed è naturale che i meno forti per intelligenza e per volontà subiscano stentatamente il peso, e cerchino fino a un certo segno di alleggerirlo per non rimanerne schiacciati.

E' doloroso però che da questo esempio si lascino trascinare anche i migliori, dimenticando che alla Scuola essi dovrebbero, nell'interesse loro chiedere e attingere la maggiore quantità di sapere per trovarsi apparecchiati a vincere le difficoltà della loro futura carriera.

Questo spirito quasi di ribellione contro la Istituzione non si riscontra se non in minima misura nelle migliori Scuole straniere, verso le quali affluiscono a schiere gli studiosi di tutto il mondo, attratti dalla fama degli insegnanti, e animati dal desiderio di ricavare dai brevi anni di loro permanenza e sacrificio il massimo frutto.

Se le Scuole Italiane, correggendo ove occorra i loro ordinamenti, ed elevando il prestigio degli insegnamenti, sapessero vincere la riluttanza delle giovani scolaresche, inculcando loro un sentimento più profondo del proprio dovere, ed una fiducia maggiore nella iniziativa individuale, potrebbero a loro volta conquistare anche all'estero una parte di quel predominio intellettuale, che è tra i più potenti fattori per la diffusione della propria civiltà, e per il progresso economico e industriale di una nazione.

Il prof. Lombardi finalmente osserva che, accresciuta enormemente la vastità delle cognizioni in ogni disciplina, male si addice alle esigenze dell'insegnamento tecnico superiore lo sviluppo di ognuna di esse in un numero limitatissimo di lezioni, quale nelle nuove disposizioni legislative sembra quasi aver trovato una sanzione definitiva, riconoscendosi ufficialmente la validità del corso ove furono dettate 50 lezioni! Egli pertanto crede che un sussidio prezioso all'insegnamento ufficiale nelle scuole politecniche potrebbe aversi dalla libera docenza, di cui per una parte sembra inutile la istituzione, ove non si riconosca al libero docente la facoltà di insegnare, mentre dall'altra non è chi non vede che numerosi capitoli delle scienze applicate, interessanti solamente od essenzialmente a una parte della scolaresca, potrebbero in tal modo essere svolti degnamente, alleggerendo la mole dei corsi fondamentali, e lasciando aperto un utile campo alle iniziative individuali.

Vallauri. — Ringrazio vivamente il prof. Marcolongo per aver egli voluto partecipare alla nostra seduta ed alla presente discussione. E' giusto riconoscere, che i matematici italiani hanno preceduto gl'ingegneri ed i tecnici nell'intuire e nel sostenere l'opportunità di una riforma delle nostre scuole, additando con la deliberazione del Congresso di Parma una via, che sarebbe assai provvido battere. Anche della proposta di introdurre i concetti di funzione, di derivata e di integrale nell'insegnamento secondario sono convinto fautore, sia per il loro grande valore filosofico, sia per l'ausilio che possono in seguito trarne tutte le discipline. Basti per questo riguardo citare, per via d'esempio, l'uso del concetto di funzione in molte quistioni di medicina, e, più ancora, il prezioso sussidio che l'analisi reca allo studio delle scienze sociali.

Mi compiaccio, che nelle parole del prof. Ragno, abbiano trovato conferma le mie idee circa i pericoli di un'eccessiva specializzazione, e circa la necessità che l'insegnamento scientifico sia rinnovato e rinvigorito, così che le conoscenze teoriche restino veramente nelle mani dell'ingegnere uno strumento docile ed efficace.

Condivido con il prof. Lombardi il sincero rammarico per quello spirito di latente ostilità verso la scuola, che serpeggia spesso nell'animo dei nostri giovani, e che rende talora meno grato il compito degli insegnanti. Non posso tuttavia ammettere che la materia prima, lo studente, sia in Italia peggiore, che al di fuori. Le cause sono dunque da ricercarsi altrove. E parlando di ciò, sarei facilmente condotto in un campo da cui ho voluto deliberatamente tenermi lontano, quello della disciplina. Se io non dò eccessivo peso alle questioni di ordinamento didattico, ne dò invece uno grandissimo a tutto quanto riguarda la disciplina della vita scolastica. Osservandola da vicino, mi convinco ognor più, in contrasto forse con l'opinione di parecchi, che i danni recati da certi strappi alla regola di un disciplinato regime di studi sono molteplici e gravi e di lunga portata, e che il loro nocumento è profondo: così per i giovani, come per le istituzioni scolastiche. Ma questo argomento, di cui io non potrei forse parlarvi senza qualche amarezza, merita esame più ampio ed acuto di quello, che ora io potrei farne.

N. 5.

COMUNICAZIONI DELLA PRESIDENZA

XVI^a RIUNIONE ANNUALE DELL'A. E. I.

Genova 19-25 ottobre 1912

Con quella squisita cortesia che fu già dall'A. E. I. sperimentata nel 1900, i nostri Colleghi della Sezione di Genova dell'A. E. I. si offrirono di ospitare quest'anno la nostra Riunione Annuale, ed il Consiglio Generale del 7 luglio scorso, accogliendo con gratissimo animo l'invito, ha indetto la prossima XVI *Riunione Annuale in Genova dal 19 al 25 Ottobre 1912.*

Contemporaneamente in Genova avranno luogo i Congressi

della Società Italiana per il Progresso delle Scienze;

del R.º Comitato Talassografico Italiano;

della Società Italiana di Matematica « Mathesis »;

dell'Unione Geologica;

della Società Botanica;

della Società Filosofica Italiana;

dell'Associazione della Stampa Scientifica e di altre Società.

La Presidenza Generale ed un'apposita Commissione eletta dal Consiglio della Sezione di Genova e composta dei Soci Signori Königsheim, Bonanni, Cappellini e Brizio stanno ultimando il programma che verrà presto comunicato.

Già fu affidato ad alcuni Soci lo svolgimento di temi speciali e la Presidenza fa ora viva preghiera perchè altri Soci vogliano portare al Congresso numerosi lavori.

Rimandando al programma le notizie definitive, crediamo utile accennare qui — anche per invito ricevutone — come la Società Italiana di Matematica « Mathesis » terrà il 22 Ottobre una seduta per discutere il tema « *L'ordinamento degli studi scientifici e tecnici che conducono al diploma di ingegnere* » ed invita a prender parte alla seduta stessa — ed alle successive se occorreranno — anche i Membri.

La Presidenza dell'A. E. I., mentre nel programma del proprio Congresso ha riservato il tempo per permettere ai Soci di prender parte alla seduta, crede opportuno riportare qui oltre la Circolare della « Mathesis » ed invita i Soci a portare il loro contributo alla discussione del tema che è di importanza somma per l'alta coltura tecnica italiana.

Il Vice Segretario Generale

Ing. ANGELO BIANCHI.

ROMA.

Società Italiana di Matematica « Mathesis,,

Congresso di Genova (21 ottobre 1912)

Chiarissimo Signore,

La Presidenza dell'Associazione Nazionale fra i professori universitari, desiderosa di promuovere nel paese lo studio e la discussione dei problemi relativi alla preparazione nei nostri Atenei, si è rivolta al Consiglio Direttivo della « Mathesis » richiamando la sua attenzione sulla opportunità che nel Congresso del prossimo ottobre venga discusso l'*ordinamento degli studi scientifici e tecnici che conducono al Diploma d'Ingegnere*.

Ben volentieri abbiamo accolto questa proposta che si accorda cogli scopi della nostra Società. Anzi, per dare alla discussione la maggiore ampiezza, rivolgiamo un caldo invito ai cultori delle scienze fisico-matematiche e delle loro applicazioni, al corpo insegnante delle Scuole di Applicazione per gli Ingegneri, ai membri delle Associazioni tecniche, ai liberi professionisti, perchè prendano parte ad una seduta del Congresso della « Mathesis », che verrà specialmente dedicata all'esame del complesso problema, e perchè ne illuminino i vari lati coi loro saggi consigli, col frutto della loro esperienza. — Quale estensione e quale indirizzo devono avere i vari insegnamenti teorici preparatori? In quale stadio della cultura degli allievi devono iniziarsi gl'insegnamenti tecnici? Qual parte, in questi ultimi, devono avere le lezioni, e quale gli esercizi di laboratorio? E opportuno specializzare maggiormente i diplomi conferiti dalle nostre Scuole, o istituire degli esami di Stato rispondenti ai vari uffici che possono venir com-

messi agl'ingegneri? Queste, insieme a molte altre questioni formeranno tema di una discussione che, col concorso delle persone e degli enti cui ci rivolgiamo, riuscirà certamente larga, elevata e feconda.

Fiduciosi che Ella, intervenendo al Congresso, vorrà esaminare con noi l'importante problema, che concerne la migliore preparazione degl'ingegneri nei suoi svariati rapporti scientifici e sociali, Le porgiamo distinti saluti.

Il Consiglio Direttivo della "Mathesis",

La seduta di cui sopra si parla avrà luogo a Genova il 22 ottobre, in luogo ed ora da destinarsi, avuto riguardo ai programmi degli altri Congressi che si terranno in quella città e in quell'epoca. La discussione potrà continuare in sedute successive.

Si prega d'inviare le adesioni e le proposte relative all'argomento al

Prof. GUIDO CASTELNUOVO

Presidente della « Mathesis »

Scuola d'Applicazione per gl'Ingegneri

N. 6.

VERBALI DELLE SEZIONI

SEZIONE DI NAPOLI.

RIUNIONE DEI SOCI DEL 29 LUGLIO 1912.

ORDINE DEL GIORNO

1. Prof. G. VALLAURI.— *Su un tipo di trasformatore regolabile.*
2. *Comunicazioni della Presidenza.*

Presiede il Presidente Prof. LOMBARDI.

Il *Presidente* apre la seduta alle ore 21,20. Annunzia all'Assemblea che il Consiglio ha deliberato l'ammissione dei due nuovi Soci, signori Tito Fiorani, tenente di vascello, e Pasquale Santovito, ingegnere.

L'Assemblea ne prende atto con compiacimento.

Il *Presidente*, continuando le sue comunicazioni, informa l'Assemblea di aver inviato a domicilio una copia delle « Norme » a ciascuno dei Soci che non l'avevano ancora ritirata personalmente.

Se quindi qualcuno di essi non l'avesse ricevuta, potrà farne consapevole la Presidenza, perchè questa possa indagare sullo smarrimento avvenuto.

Rende noto che la prossima Riunione annuale dell'A. E. I. sarà tenuta a Genova nella seconda metà di ottobre, in unione col Congresso della Società per il progresso delle Scienze. Se ne leggerà il programma dettagliato in uno dei prossimi fascicoli degli Atti dell'A. E. I.

Al Comitato di revisione delle « Norme » è stato affidato l'incarico di compilare il testo supplementare di quelle relative ai teatri.

Il *Presidente* rende noto infine che prossimamente sarà iniziata la stampa del secondo Volume degli Atti del Congresso Internazionale di Applicazioni Elettriche, tenutosi in Torino in settembre 1911, essendo pressochè ultimata quella del primo Volume che potrà essere distribuito fra poche settimane.

In ultimo prega il Prof. Vallauri di iniziare la sua conferenza sull'interessante argomento dei trasformatori a rapporto variabile.

Vallauri svolge la sua comunicazione, la quale è alla fine vivamente applaudita

Il *Presidente* fa notare la grande difficoltà di giudicare a priori il valore di una invenzione che tocca da vicino una importante applicazione industriale, ed il successo della quale è subordinato a molte circostanze che possono sottrarsi completamente alla iniziativa dell'Autore. Egli pertanto a nome della Sezione ringrazia il Conferenziere della sua pregevolissima comunicazione e si compiace particolarmente che i mezzi modesti del laboratorio di elettrotecnica del Politecnico abbiano consentito di esaurire anche dal punto di vista sperimentale lo studio di una questione così interessante per la pratica e che tale studio sia stato compiuto dall'Ing. Vallauri, che della scuola Politecnica rappresenta una delle

più belle speranze poichè, dopo avere troncata volontariamente una carriera diversa, già brillantemente iniziata e per la quale egli ha recentemente dimostrato di conservare le più spiccate attitudini e simpatie, così rapidamente si è saputo affermare anche in quella degli studi scientifici.

Segue una breve discussione dopo la quale la seduta è tolta alle ore 22,30.

Il Segretario
M. MASSARI.

SEZIONE DI TORINO.

ADUNANZA DEL 4 LUGLIO 1912.

ORDINE DEL GIORNO.

1. *Comunicazioni della Presidenza.*

2. *Discussione sul tema: « Attuali limiti di applicazione dei cavi per energia elettrica ». — Relatore Ing. Prof. Soleri.*

NB. — La discussione di cotesto tema ha speciale importanza per l'applicazione dei cavi alle lunghe linee di trasmissione per i massimi potenziali d'esercizio degli impianti ordinari. Il testo della comunicazione è stato presentato al Congresso Internazionale di Elettricità di Torino 1911 e la discussione varrà ad illustrare nello scambio di idee fra costruttori ed utenti i più importanti lati di così importante problema.

La seduta è aperta alle 21.30. e letto il verbale della precedente seduta, il presidente Ing. Comm. TEDESCHI porta a conoscenza dei Soci la deliberazione della Presidenza Generale per una sottoscrizione per un ricordo in bronzo da collocarsi sulla tomba di Antonio Pacinotti.

Si passa quindi alla proposta dell'Ing. Forster già approvata dal Consiglio e da portarsi in seno al Consiglio Generale per ottenere da tutte le Imprese esercenti di Elettricità e dagli Stabilimenti elettrotecnici un permesso mediante il quale i vari Soci delle singole Sezioni, possano colla semplice esibizione della tessera sociale, visitare le Centrali, gli Impianti delle varie Società e le Officine di Produzione di materiale elettrico. E questo a simiglianza di quanto viene adottato dalle Società degli Ingegneri Svizzeri e sempre sotto la personale responsabilità dei visitatori trattandosi di locali alle volte pericolosi.

La proposta dell'Ing. Forster è anche dall'Assemblea unanimemente approvata e anzi il Prof. Ferraris che è delegato della Sezione di Torino porterà al prossimo Consiglio Generale questo voto della Sezione, aggiungendo che tale permesso sia esteso anche agli impianti delle altre Nazioni. per il che potrà la Presidenza Generale prendere opportuni accordi colle Società estere congeneri onde facilitare sempre più lo studio e la conoscenza di tutti i progressi dell'Elettrotecnica.

Il *Presidente* dà quindi la parola al Prof. Ing. Soleri per il riassunto della sua comunicazione sugli « Attuali limiti di Applicazione dei cavi per energia elettrica ».

Il Conferenziere insiste sulla necessità di tenere elevati i coefficienti di sicurezza sui quali già al Congresso Internazionale erasi stabilita una viva discussione specialmente per parte degli ingegneri Francesi che adottano coefficienti troppo bassi.

La conferenza attentamente seguita nel rapido riassunto largamente illustrato da diagrammi esplicativi, dà luogo al termine ad alcune osservazioni dell'Ing. Biagini sulla rigidità dielettrica della carta impregnata in riguardo al diametro del conduttore che riveste e al relativo coefficiente di sicurezza da adottarsi.

La seduta è tolta alle 23 15.

Il Segretario
ING. CARLO PALESTRINO.

N. 7.

RECENSIONI

(I recensori non assumono alcuna responsabilità delle affermazioni e dei giudizi contenuti negli articoli riassunti)

Illuminazione.

**L'uso simultaneo delle lampade
a vapore di mercurio e di quelle ad incandescenza a filamento metallico.**

I. POLE. — *E. T. Z.* - 9 maggio 1912.

È ben noto che per ottenere il funzionamento tranquillo e regolare delle lampade a vapore di mercurio, occorre far uso di resistenze zavorra nelle quali viene consumata una quantità indubbiamente rilevante di energia. La Compagnia Cooper-Hewitt ha pensato recentemente ad utilizzare anche questa energia, facendo uso, come resistenza zavorra, di una lampada ad incandescenza a filamento metallico di costanti opportune. Le nuove lampade a vapore di mercurio sono perciò costituite dalla combinazione, su di una medesima base, di un tubo a vapori di mercurio, piegato in forma di anello e di una lampada a filamento di tungsteno collocata in mezzo. La luce che così si ottiene è alquanto più gradevole di quella verdastra del solo tubo; la durata della lampada a tungsteno è però alquanto minore della normale in causa delle continue oscillazioni di tensione ch'essa ha l'incarico di smorzare. L'accensione dell'arco si ottiene col tubo immobile, col metodo della sopratensione brusca di Cooper-Hewitt.

Il Pole ha studiato il tipo di lampada per inserzione diretta in derivazione sulle reti a 110 volt, che assorbe circa 2 ampère. L'intensità luminosa media emisferica è risultata di circa 300 candele Hefner quando l'insieme delle due lampade era rinchiuso entro un globo di vetro opalino; ed il consumo specifico corrispondente è stato di circa 0,73 watt per Hefner emisferica. Se la lampada viene adoperata senza globo opalino, l'intensità luminosa cresce del 25 % circa e quindi il consumo specifico diminuisce di altrettanto. In condizioni normali la differenza di potenziale media agli estremi del tubo a vapori di mercurio è di circa 55-60 volt; quella agli estremi della lampada a tungsteno di 45-50 volt.

U. B.

Impianti.

Alcuni problemi sulle trasmissioni ad alto potenziale.

P. C. STEINMETZ. — *The Electrician* - 7 giugno 1912.

Fino a poco tempo fa, il potenziale di linea era limitato dagli isolatori, che erano del tipo a campana; ma ora, col diffondersi del tipo di isolatore a sospensione, tale limitazione praticamente è tolta, a meno che non si volessero raggiungere tensioni estremamente alte, a cui dei limiti sarebbero imposti dalla ri-

partizione ineguale del potenziale fra i successivi piatti dell'isolatore a sospensione. Invero il piatto più prossimo alla linea porta la propria corrente di capacità più la corrente di capacità, rispetto alla terra, dell'intera fila di isolatori; segue da ciò che la caduta di potenziale comincia da un valore più grande nel disco più vicino alla linea e decresce nei successivi, fino a diventare minima nell'ultimo che è direttamente sospeso al supporto messo a terra. Questa variazione è tanto più notevole quanto più grande è il numero di dischi; più convenienti dunque riusciranno pochi ma grandi dischi, di grande resistenza dielettrica, che non piccoli dischi in gran numero, e il maggior vantaggio si otterrà costituendo gli isolatori con dischi di varia grandezza, tal che ciascuno di essi abbia resistenza dielettrica proporzionale alla corrente di spostamento che esso sarà destinato a portare.

Ma prima di raggiungere tensioni tali da produrre l'effetto ora accennato, si presenta un fenomeno molto più grave: l'aria cioè cessa di essere isolante, dando luogo al fenomeno di *corona*; e presentemente questa è la più seria limitazione ai potenziali di linea. Si potranno raggiungere i 250.000 volt col tenere molto lontani fra loro i conduttori, usando al bisogno palificazioni distinte per ogni fase, e coll'aumentare le sezioni dei conduttori, al che meglio si prestano le condutture di alluminio.

Contro le scariche atmosferiche, la protezione che si può raggiungere negli impianti è praticamente completa.

Altri fenomeni che intervengono a tensioni superiori a 100.000 volt sono dovuti alla capacità, uniformemente distribuita, degli avvolgimenti di alta tensione dei trasformatori; essa può produrre perturbazioni più persistenti e di maggiore importanza che la linea di trasmissione, le quali perturbazioni non si limitano alle spire estreme, ma costituiscono un pericolo per qualsiasi punto dell'avvolgimento in cui l'onda possa formare un ventre. Bisogna allora aggiungere alle comuni spirali di induttanza, le quali rifletterebero nel trasformare qualunque perturbazione vi si generasse, diventando esse stesse cagione di pericolo, una disposizione che permetta alle perturbazioni di uscire dal trasformatore, pur ostacolando l'entrata di quelle che provengono dall'esterno.

Nelle linee di trasmissione ad alto potenziale e molto lunghe, la corrente di capacità raggiunge valori più elevati della stessa corrente di pieno carico. Vi si rimedia in parte lasciando permanentemente inserite spirali di selfinduzione fra i fili di linea; tuttavia non si pon riparo alla forti variazioni di potenziale fra il funzionamento a vuoto e quello a pieno carico che si riscontrano al termine della linea.

Il mezzo più semplice per proteggersi dalle sovratensioni subitanee dovute ad aperture di circuiti, sembra che sia l'inserire, al momento dell'apertura del circuito principale, altri circuiti fortemente induttivi che abbassano il potenziale.

Quanto all'adozione del sistema a stella col neutro a terra o del sistema a triangolo isolato, oggi si è più favorevoli al sistema a triangolo, col quale la messa a terra accidentale di una dei conduttori non costituisce corto circuito, e perciò non disturba il funzionamento dell'impianto. Se però la messa a terra avviene mediante la formazione di un arco, possono generarsi in tutta la linea correnti di alta frequenza, le quali possono rovinare gli apparecchi; ma ciò si evita facilmente con i moderni sistemi di protezione, che sostituiscono rapidamente agli archi verso terra una messa a terra permanente.

Questione importante a riguardo delle linee lunghe è il controllo delle diramazioni brevi, destinate a portare piccole quantità di energia; in generale queste diramazioni riescono costose perchè, se sono alimentate direttamente dalla linea principale, richiedono, per dare sufficiente regolarità a tutto il sistema, le maggiori cure per l'isolamento e per il controllo, e ciò comporta forti spese, il più delle volte inadeguate alla lieve entità della linea derivata; e ancor dispendiosa riesce l'altra soluzione d'installare nel punto di derivazione una sottostazione di tra-

sformazione. Sarebbe quindi assai opportuna qualche disposizione per cui ogni linea derivata godesse di una certa indipendenza dalla linea principale, pure essendo alimentata direttamente da essa, in modo cioè da restare collegata a tutto l'impianto finchè assorbisse una quantità normale di energia, ma si distaccasse automaticamente non appena intervenisse su di essa un disturbo o un sovraccarico anormale. Si potrebbe raggiungere quest'intento mediante limitatori di reattanza opportunamente studiati.

M. M.

Un nuovo apparecchio automatico per gli utenti "a forfait",

H. HATFIELD. — *E. T. Z.* - 30 maggio 1912.

Per gli utenti *a forfait* delle reti di distribuzione di energia, può riuscire certo assai comodo il poter superare momentaneamente il consumo massimo previsto dal loro contratto. Si è perciò pensato di installare presso l'utente sia un limitatore di intensità, sia un contatore ordinario; e di lasciare all'utente stesso la facoltà di attaccare il proprio impianto sia all'uno che all'altro apparecchio. Fra i numerosi inconvenienti di questa complicata soluzione, l'A. ne cita uno che è fra i più lamentati: quello cioè che dimenticando spesso l'utente di mettere fuori circuito il contatore nelle ore nella quale il consumo è normale, viene a pagare due volte l'energia consumata.

Altre soluzioni dell'interessante problema, per es. quella di permettere all'utente di far mettere in corto circuito in certe ore, da un agente della Società che distribuisce l'energia, il suo limitatore di intensità, pagando corrispondentemente un certo supplemento da fissarsi caso per caso, non sono evidentemente possibili che nei piccoli impianti.

L'A. descrive perciò un nuovo ed ingegnoso apparecchio automatico, da lui ideato, che si propone di risolvere il problema in modo migliore.

Il principio dell'apparecchio è il seguente. I capi della bobina del limitatore sono uniti a due fili di platino che penetrano entro un tubo di vetro chiuso di forma speciale. In condizioni ordinarie i due fili sono isolati e quindi il limitatore funziona. Tuttavia l'utente, introducendo una moneta nell'apparecchio, svincola un arresto che gli permette di muovere il tubo di vetro e di far cadere sui due fili una certa quantità di mercurio: la bobina del limitatore è così messa in corto circuito, e quindi l'utente può derivare dalla rete correnti di intensità maggiore della massima consentita dal limitatore. Questa facoltà, tuttavia, non dura che per un tempo determinato. Il tubo di vetro di cui sopra è difatti situato, in parte, entro una bobina ausiliaria che funziona come un modesto forno elettrico (la temperatura di regime è di circa 80°: il consumo proprio della bobina è di 5 watt) e che è percorsa da corrente solo quando il limitatore è in corto circuito. È facile capire come sotto l'azione del riscaldamento il mercurio distilli e si raccolga man mano nella parte esterna fredda del tubo; sicchè dopo un certo tempo (che si può regolare una volta per sempre dosando la quantità di mercurio e dimensionando opportunamente la bobina riscaldante) pressochè tutto il mercurio sarà tornato nella parte esterna del tubo ed i due fili di platino, nuovamente isolati, inseriranno di nuovo il limitatore di corrente. Per tornare a metterlo in corto circuito, l'utente dovrà introdurre nell'apparecchio un'altra moneta, svincolare l'arresto di cui sopra e rimandare il mercurio nell'altra parte del tubo, e così di seguito.

L'apparecchio è indubbiamente bene ideato; nè comporta organi facili a guastarsi, come i movimenti di orologeria.

La pratica solo potrà tuttavia decidere, se pur costruendolo su vasta scala, sia facile ottenere un funzionamento sufficientemente sicuro ed esatto.

U. B.

Trasmissione dell'energia elettrica mediante corrente continua, col sistema in serie.

J. S. HIGHFIELD. — *The Electrician* - 14 giugno 1912.

Il sistema di trasmissione dell'energia elettrica in serie, con corrente continua, ha fatto recentemente importanti progressi. L'impianto Moutiers-Lione ha avuto notevole incremento; e dal marzo dell'anno scorso è in funzione presso Londra un impianto, del medesimo tipo, della Metropolitan Electric C.,

Quest'ultimo è destinato ad alimentare un'area abbastanza estesa, nella quale il carico è limitato ma promette di aumentare considerevolmente in breve tempo, e che era precedentemente fornita di energia elettrica da numerose imprese. La adozione del sistema in serie offriva in tal caso, fra gli altri vantaggi, quello della non elevata spesa dell'impianto, potendosi la linea costruire con conduttori adatti per una intensità di corrente adeguata fin dal principio alla quantità richiesta di energia, ma che si presterà egualmente bene anche se il carico crescerà molto; sarà inoltre possibile prolungare la linea di trasmissione senza alterare la parte già costruita e con poca spesa.

La linea principale alimenta sottostazioni di varia potenza, che generano corrente alternata trifase a 3000 o a 415 volt secondo che nella regione alimentata dalla sottostazione il carico è sparso o addensato. Essa è costituito da due cavi sotto piombo ad un sol conduttore, la cui anima ha la sezione di 80 mm.², rinchiusi in tubi di ferro fuso, del diametro interno di mm. 63,5, che costituiscono i conduttori del ritorno, il che semplifica anche le unioni ai giunti.

Si fecero sui cavi le prove seguenti: ogni tronco era sottoposto per 10 minuti alla tensione alternativa di 75.000 volt a 60 periodi; un campione di m. 1,82 di ciascun tronco fabbricato era provato per 5 minuti a 130.000 volt, 60 periodi. Dopo la posa in opera, su tutto il cavo: 20.000 volt, 60 periodi, per 35 minuti; tensione continua 130.000 volt per 30 minuti e 150.000 volt per breve durata. La f. e. m. continua fu ottenuta mediante una macchina di tipo speciale, simile a quella usata dal Watson, appositamente costruita. Essendosi lodevolmente comportati in queste prove, è ragionevole ritenere che i cavi possano servire per una tensione di 100.000 volt, tenendo anche presente l'esperienza acquistata sulla linea Moutiers-Lione. Le tensioni erano misurate con un voltmetro tipo Kelvin in aria compressa, a una sola cella.

Ciascuna estremità di ogni cavo è connessa al proprio pannello del quadro; il pannello contiene due interruttori, uno per il circuito della stazione o della sottostazione, e l'altro per la connessione con la terra. Gli interruttori sono fra loro collegati in modo da evitare false manovre.

Impianto della centrale. — Attualmente sono installate 3 dinamo, a 6 poli, i cui collettori hanno il diametro di m. 1,50 e la lunghezza di mm. 171 e contengono 1439 segmenti.

Ogni macchina ha due soli gruppi di spazzole, e queste non danno mai scintillamento, comunque vari il carico; per tali motivi l'usura del collettore è minima ed il rendimento assai elevato, giungendo a 0,96 a pieno carico. Le dinamo attualmente sono comandate da motori trifasi, ma prossimamente questi verranno sostituiti da motrici a vapore. La loro velocità normale è 200 giri al minuto; la tensione a pieno carico è 5000 volt, limite massimo finora raggiunto con macchine a corrente continua. La intensità normale di corrente è 120 ampère, ma può essere ridotta a 70; essa è mantenuta costante da un regolatore automatico che sposta il portaspazzole e il corsoio del reostato di campo, disposto in parallelo con l'eccitazione; il regolatore è costituito essenzialmente da un solenoide, percorso dalla corrente principale, che agisce su una molla o su una valvola, spingendo così in un verso o nell'altro l'olio contenuto in una scatola chiusa e mantenuto sotto pres-

sione da una piccola turbina; l'olio a sua volta, premendo da un lato o dall'altro una piccola porta contenuta in un cilindro, mette in rotazione un albero verticale, il quale infine, mediante ingranaggi, muove l'albero del portaspaZZole, montato su supporti a rulli, e il corsoio del reostato di eccitazione. Tale regolatore può essere registrato per diverse rapidità di funzionamento, potendo perfino sopperire a variazioni di carico della marcia a vuoto al pieno carico che intervengano in meno di 1 secondo.

Ogni generatore è accoppiato al motore mediante giunto isolante del tipo Zodel, che permette l'inversione di marcia della macchina a corrente continua, la quale all'avviamento funziona da motore. Il giunto è anche munito di organo strisciante che permette lo slittamento della macchina per sovraccarichi del 25 %. Ogni generatore è inoltre provvisto di una automatico che mette in corto circuito la macchina nel caso di rovesciamento di marcia.

Sul basamento di ogni macchina è montata una colonna cogli strumenti di misura e di manovra, fra cui è da notare un interruttore a carbone posto in parallelo con l'inseritore principale per evitare a questo danni dovuti all'arco che si forma all'apertura del circuito del generatore. Altri interruttori, in olio, sono installati sotto il pavimento ed escludono dal circuito quelli delle colonne.

Con molta cura si è provveduto all'isolamento delle dinamo e del pavimento. Questo è costruito in cemento, e sopra vi è steso uno strato di asfalto dello spessore di 5 cm. Le macchine poggiano su blocchi di cemento e questi su isolatori di grès, i quali a loro volta riposano su letti di asfalto.

Per impedire sovraccelezioni del potenziale dell'incastellatura della macchina rispetto ai potenziali dei morsetti, fra questi è permanentemente inserita una resistenza di 0,8 megohm, il cui punto medio è collegato alla incastellatura. Ogni macchina è provvista di talune disposizioni che impediscono contatti accidentali fra le incastellature dei motori, messe a terra, e quelle delle dinamo, isolate.

Sottostazioni. — Quella di Southall contiene tre gruppi di motori a corrente continua e generatori trifasi a 3000 volt e 50 periodi, da 250 kw. ciascuno, a 500 giri. Salvo lievissime varianti, tutto è disposto come nell'officina centrale.

Metodi per la messa a terra. — L'A., discutendo i criteri che condussero all'adozione definitiva del ritorno della corrente elettrica per la terra, ricorda taluni risultati di indagini fatte su questo argomento. Nell'impianto S. Maurizio-Losanna, per es., verifiche fatte dopo 443 giorni di continuo funzionamento non rivelarono nulla di anormale, nè si ebbero disturbi su linee telegrafiche e telefoniche.

Data però la prossimità di Londra, nonostante gli incoraggianti esempi, prima di attenersi definitivamente all'uso della terra come conduttore di ritorno, si intraprese una serie di esperienze al riguardo, dalle quali si rivelò: 1) che la caduta di potenziale si limita quasi esclusivamente alle immediate vicinanze delle piastre di terra; 2) che si ottiene piccolo vantaggio a dare alle piastre estensione maggiore di circa 39 cm.² per ampère e porle a distanza maggiore di m. 1,80 fra loro; 3) che le piastre sotterrate nell'argilla avevano conduttività più che doppia di quelle sommerse nell'acqua; 4) che le piastre sotterrate a notevole profondità offrono minore resistenza che a fior di terra; quest'ultimo fatto è dovuto, molto verosimilmente, alla pressione più forte a cui le piastre sono sottoposte a maggiore profondità.

A Willesden e Southall le terre consistono di tre buche, ciascuna del diametro di 178 mm. e profonde m. 10, 60, ma che probabilmente saranno portate a sei, in ognuna delle quali è un tubo di ferro del diametro esterno di 152 mm. e lungo m. 1,80; ad ogni tubo è collegato un cavo isolato che esce sul suolo. Dopo la posa in opera dei tubi, le buche sono state riempite di gesso. La resistenza complessiva delle due terre è circa 1 ohm.

Un altro tipo di terra verrà provato tra breve e consisterà in 6 tubi di ferro, aventi il diametro di 152 mm. e la lunghezza di 91 cm., che saranno sotterrati radialmente al fondo di un fosso del diametro di m. 1,52 e della profondità di m. 9,14.

La convenienza commerciale della terra come conduttore risulta dall'essere il costo delle connessioni con la terra immensamente minore di quello di un cavo, specialmente se la linea è di una certa lunghezza. Inoltre, costituendo la linea con due cavi in parallelo e servendosi della terra pel ritorno della corrente, l'energia dissipata per effetto Joule è notevolmente minore che non usando i due medesimi cavi in serie, uno per l'andata e l'altro pel ritorno.

Funzionamento. — L'attuale funzionamento dell'impianto è assai semplice. In centrale è sempre in azione un gruppo, ancorchè funzioni a circuito aperto o in corto circuito. Gli altri gruppi sono inseriti secondo il bisogno, avviando la macchina a corrente continua come motore, per portare il motore al sincronismo. Ancora più semplice riesce l'avviamento di un gruppo di una sottostazione; quivi un uomo solo basta a sorvegliare tutto l'impianto.

Quando si usano come alimentatori due cavi isolati, una terra in un punto non turba la distribuzione; i voltometri immediatamente mostrano quale alimentatore sia danneggiato, e questo può essere escluso dal circuito, dopo che il sistema è stato messo a terra a ciascun estremo del guasto. Quando si va con un solo cavo e con la terra pel ritorno, una terra sul cavo esclude tutte le sottostazioni che si trovano oltre il punto danneggiato.

Grandezza dei generatori. — Ammesso a 5000 volt il limite di sicurezza attuale di tensione dei generatori a corrente continua, saranno necessarie 10 macchine per una tensione massima di 50.000 volt, e se esse sono condotte a due a due da una medesima motrice, si richiedono cinque unità.

Le macchine in serie si adattano bene anche ad essere accoppiate a turbine a vapore, col mezzo della trasmissione elicoidale doppia di Parsons.

Quando si riuscirà a costruire motori a combustione interna di grande potenza, capaci di sostituire le turbine a vapore nelle centrali elettriche, essi saranno assai adatti pel sistema in serie, a cui non recano disturbo le ordinarie variazioni di velocità.

Costo del sistema. — In generale, esso non supera quello dei sistemi a corrente alternata, quando si usano motrici idrauliche, a vapore, a gas, a olio pesante è un poco superiore invece con turbine a vapore.

La spesa d'impianto di una sottostazione può essere, secondo i casi, eguale o alquanto minore col sistema in serie.

La linea di trasmissione costa meno di una linea trifase di eguale portata. La linea di 10000 Kw è costata 1600 sterline per miglio, compresi i due cavi chiusi in tubi di ferro fuso, un cavo telefonico e la spesa per le connessioni di terra a ciascun estremo; invece una linea trifase da 5000 Kw. a 20.000 volt, costituita da un solo cavo, inclusa la posa in opera, costa all'incirca 3000 sterline per miglio. In molti casi il costo di una linea sotterranea pel sistema Thury non supera quello di una linea trifase aerea.

Benchè non si possa dire che il sistema a corrente continua in serie sia destinato a soppiantare i sistemi in parallelo, pure esso offre notevoli vantaggi in tutti i casi nei quali sia necessaria, o almeno molto vantaggiosa, la condotta con cavi sotterranei a cagione della sicurezza di funzionamento e della poca manutenzione, e non ne sia conveniente l'installazione con corrente trifase.

Il motore in serie è adatto per speciali scopi pei quali si richiede velocità variabile: così, pe, es., per macchine da avvolgimenti e per laminatoi, tanto che in taluni casi, non disponendosi di corrente continua, si è trovato economico installare per ogni macchina da avvolgimenti un generatore di corrente continua, animato da un motore trifase, ed un motore in serie.

M. M.

Misure.

Nuovi apparecchi di misura della Soc. Siemens & Halske per la prova delle lamiere di ferro secondo le Normali dell'Unione degli Elettrotecnici tedeschi.

VAN LONKHUYZEN. — *E. T. Z.* - 1912 vol. 33 p. 531.

Continuano presso gli industriali tedeschi i tentativi per costruire un apparecchio adatto all'esecuzione rapida e facile delle misure magnetiche prescritte per i saggi di lamiera di ferro dal V. D. E. (vedi A. E. I., 1912, vol. XVI, fasc. 2°, 6°, 7°). L'A. ha studiato e descritto un suo metodo di zero per la misura della permeabilità (A. E. I., 1912, vol. XVI, pag. 147).

Criteri analoghi lo hanno guidato ad ideare anche il presente metodo per la misura della cifra di perdita. Esso è ancora un metodo differenziale di confronto, e richiede perciò l'uso di un saggio, che serva di campione ed abbia proprietà note e non molto diverse da quelle del saggio da provare. Differisce dal metodo di Angermann (loc. cit.) perchè, oltre ad essere un metodo differenziale, è anche un metodo di zero. I due saggi (di peso uguale e pari a 10 kg.) vengono posti entro due apparecchi di Epstein eguali. I due circuiti magnetizzanti sono collegati in parallelo e le rispettive correnti passano per due spirali amperometriche eguali e distinte di un wattmetro doppio. I due apparecchi di Epstein hanno anche due circuiti secondari eguali, ciascuno dei quali è chiuso, attraverso una resistenza graduabile, su una delle due spirali voltmetriche, che, collegate rigidamente insieme, costituiscono l'equipaggio mobile del wattmetro doppio. Variando le resistenze graduabili, è possibile ridurre a zero la deviazione del wattmetro. In tal caso le perdite magnetiche nei due saggi stanno fra loro come le resistenze complessive dei due circuiti voltmetrici ed è possibile graduare i reostati in modo da leggervi direttamente la cifra di perdita del saggio da provare. La misura diventa così assai semplice e del tutto manuale. Essa è per di più assai precisa. Infatti, trattandosi di una misura di confronto e specialmente se i due materiali sono fra loro poco diversi, l'influenza, che può avere sui risultati un errore nella frequenza o nel coefficiente di forma della curva di tensione, è senza paragone più piccola, che non nelle misure assolute.

[Giova tuttavia tener presente, che questi metodi differenziali, rispetto ai metodi diretti, hanno l'inconveniente di richiedere un maggior numero di apparecchi e perciò un impianto più costoso, il quale deve comprendere anche un corredo di campioni magnetici, previamente tarati da qualche istituto scientifico, e di cui le proprietà, nonostante una buona stagionatura, possono anche mutare col tempo].

G. V.

Risultati di misure comparative di perdite magnetiche nel ferro.

E. GÜMLICH, — *E. T. Z.* - 1912 vol. 33 pag. 555.

Il laboratorio fisico nazionale inglese (National Physical Laboratory: N. P. L.), l'istituto fisico-tecnico nazionale tedesco (Physikalisch-Technische Reichsanstalt: P. T. R.) e l'ufficio dei campioni americano (Bureau of Standards, B. S.) hanno d'accordo eseguito una serie di misure magnetiche comparative sopra cinque campioni di materiale magnetico, determinando per ciascuno, con il metodo wattmetrico, sia le perdite complessive per isteresi e per correnti parassite, sia le sole perdite per isteresi. La P. T. R. ha usato l'apparecchio di Epstein in cui, come è noto, si forma un circuito magnetico in forma di quadrato con 10 kg. di lamiera tagliata in strisce di 50 x 3 cm. e avvicinando direttamente i 4 fasci tra loro nei vertici del quadrato, frapponendosi un sottile strato isolante. Gli altri

due istituti hanno usato l'apparecchio di Lloyd e Fischer (Bulletin of the Bureau of Standards, vol. 5, 1909, pag. 453), in cui si usano circa 2 kg. di lamiera tagliata in strisce di $25,4 \times 5$ cm. e si formano i giunti magnetici al vertice del quadrato con l'aggiunta di piccoli squadri di lamiera. Infine il N. P. L. ha ripetuto le stesse misure formando i giunti magnetici senza impiego di materiale estraneo, interponendo alternatamente le teste delle strisce di lamiera di un fascio fra quelle del fascio contiguo. Quanto alla separazione delle perdite per isteresi da quelle per correnti parassite, la P. T. R. ed il B. S. hanno seguito il ben noto metodo delle misure a diversa frequenza, laddove il N. P. L. è ricorso al mutamento della forma delle curve di variazione di tensione e quindi anche di corrente, traendo partito dal fatto che a pari f. e. m. media le perdite per isteresi restano immutate, mentre variano al variare del coefficiente di forma le perdite per correnti parassite.

I risultati medi (rispetto ai cinque materiali esaminati) di tutte queste misure presentano fra loro discrepanze non superiori all'1 per cento, e ciò costituisce un risultato notevolmente più favorevole di quanto era lecito aspettarsi, tenendo presenti le notevoli e svariate cause di errore che affettano questo genere di misure.

G. V.

Perdite nei motori a induzione dovute a eccentricità del rotore.

CHARLES SMITH. — *Journal of the Institution of Electrical Engineers* - maggio 1912.

L'Autore che ha già avuto occasione di occuparsi di questo argomento in un articolo apparso in questa stessa rivista nel vol. 46, pag. 132, si propone ora di vedere come variano quantitativamente queste perdite al variare della eccentricità.

Natura delle perdite dovute alla eccentricità del rotore. — L'eccentricità tende a far crescere il flusso dove l'intraferro diminuisce e a farlo diminuire dove l'intraferro cresce. Questa dissimetria del flusso induce una maggior f. e. m. negli avvolgimento del rotore la quale produce una corrente che tende a ripristinare la primitiva simmetria; effetto che raggiunge un grado maggiore o minore a seconda del tipo di avvolgimento perchè da esso dipende la maggior o minor facilità di prodursi della detta corrente. Le conseguenti perdite saranno quindi: 1° perdite nel ferro dovute all'addensarsi delle linee di flusso nei punti dove si ha un piccolo intraferro; 2° perdite nel rame nel rotore; 3° perdite per attrito se l'eccentricità è tale da produrre una attrazione magnetica tra statore e rotore.

Motore usato per la prova. — Fu usato un motore a 4 poli della Oerlikon da 3 HP. e 200 volt. Per poter modificare il tipo di avvolgimento del rotore e fare così prove coll'avvolgimento aperto e con 2 avvolgimenti chiusi (semplice e multiplo); le scanalature che erano chiuse furono aperte; con uno speciale dispositivo se otteneva da poter spostare il rotore e variare quindi l'eccentricità. Col rotore centrato l'intraferro era di 1,65 mm. Lo statore aveva 48 scanalature con 8 fili per scanalatura, il rotore 34 con 4 fili per ciascuna.

Distribuzione del flusso coll'avvolgimento del rotore aperto. — La distribuzione del flusso nell'intraferro fu studiata col rotore fermo. A tal uopo si ricorse a un avvolgimento ausiliario comprendente due delle scanalature del rotore con un passo uguale a $1/4$ di circonferenza. Alimentato lo statore con 30 volt si determinò per vari valori dell'eccentricità e per ognuna delle 24 posizioni che l'avvolgimento ausiliario sul rotore poteva prendere rispetto allo statore la f. e. m. in esso indotta.

I valori relativi sono riportati in 5 curve corrispondenti al rotore centrato e a 4 valori dell'eccentricità in cui le ordinate possono rappresentare numeri propor-

zionali alle linee di flusso che attraversano l'intraferro per un arco di lunghezza uguale al passo polare. In corrispondenza al rotore centrato la curva è una retta parallela alle ascisse e cioè il detto valore del flusso è costante per tutti i punti

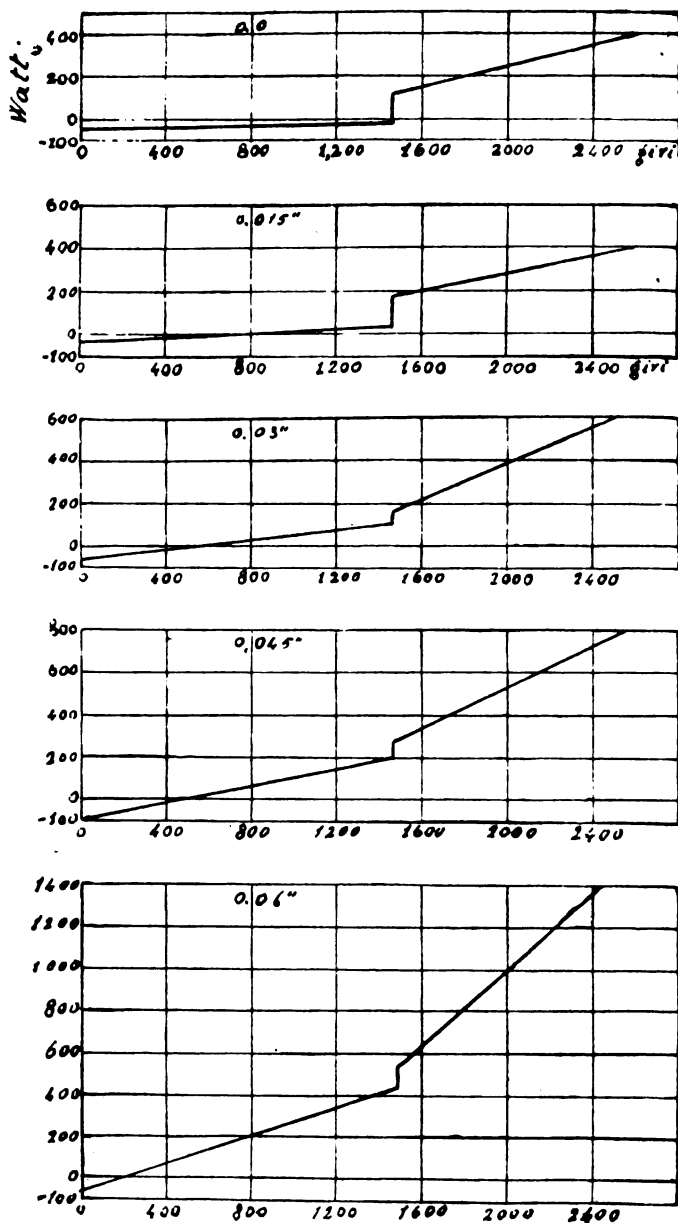


Fig. 1.

dell'intraferro; in corrispondenza agli altri valori dell'eccentricità si hanno curve che si avvicinano a una sinusoide ammettente per retta di compenso la retta su ricordata.

Il valore massimo del flusso corrisponde al minimo valore dell'intraferro. Si può dimostrare che il valore massimo e minimo dell'intraferro in un motore a 4 poli è dato da

$$x = g + 0,9 \, o$$

g essendo l'intraferro col rotore centrato ed a l'eccentricità: ora se la riluttanza del circuito magnetico fosse proporzionale all'intraferro i massimi e minimi delle curve già ricordate dovrebbero essere

$$V_m = \frac{v(g + 0,9a)}{g}$$

dove v è il voltaggio indotto a rotore centrato (10,2 volt).

I valori ottenuti corrispondono a questa formula quando si aumenta g del 30 % il che deve essere fatto per tener conto della riluttanza alla restante parte del circuito e specialmente da quella dovuta ai denti.

Distribuzione del flusso coll'avvolgimento del rotore chiuso. — Analoghe misure furono fatte coll'avvolgimento del rotore chiuso allo scopo di vedere l'influenza della corrente indotta sul campo. Detto avvolgimento constava di 6 bobine, 2 per fase, che vennero collegate in 2 modi differenti e cioè o chiudendo in corto circuito le bobine di ogni fase messe in serie o chiudendo in corto circuito ogni bobina separatamente. Nel primo modo la corrente nel rotore aveva una distribuzione uniforme, nel secondo in ogni bobina circolava la corrente in essa direttamente indotta e quindi dipendeva dalla sua posizione relativa allo statore.

I risultati riportati in apposite curve, ancora per 5 valori diversi della eccentricità come nel caso precedente, mostrano che in entrambi i casi il valore medio del flusso è notevolmente diminuito e che mentre col primo collegamento il rapporto tra il valore minimo e massimo è uguale a quello che si ha coll'avvolgimento del rotore aperto, il che mostra che la corrente del rotore non esercita una sensibile azione di compensazione, col secondo collegamento la curva si avvicina sempre a una retta parallela alle ascisse e cioè la corrente ha una sensibile azione di compensazione. Si provò a misurare con un amperometro messo in serie con una delle bobine il valore di questa corrente magnetizzante, ma la resistenza dell'amperometro e dei fili di collegamento era troppo grande per avere risultati quantitativamente attendibili.

Perdite nel ferro coll'avvolgimento del rotore aperto. — L'effetto della non uniformità nel campo sulle perdite nel ferro fu studiata sperimentalmente facendo condurre da un motore a corrente continua il rotore ad avvolgimento aperto. L'aumento di potenza richiesta dal motore a corrente continua al chiudere del circuito dello statore del motore a induzione venne osservato per diversi valori della velocità: le stesse osservazioni furono al solito ripetute per diversi valori della eccentricità. Nella figura 1 riportiamo alcuni dei risultati ottenuti dall'Autore alimentando lo statore alla tensione di 250 volt.

La potenza fornita allo statore durante la prova fu trovata praticamente indipendente dalla eccentricità del rotore eccetto quando questa raggiungeva i valori estremi nel qual caso i watt forniti allo statore aumentavano dall'8 al 10 %. Essa era di circa 830 watt per eccentricità moderate e per velocità inferiori a quella del sincronismo.

Un esame delle curve dimostra che a piccola velocità la potenza richiesta dal motore a corrente continua è minore, collo statore eccitato, di quella richiesta per vincere soltanto le perdite per attrito; il che mostra che il campo rotante esercita un apprezzabile momento torcente sul rotore. Al sincronismo questo momento torcente cambia di segno come mostra il brusco salto della curva a quella velocità. La conclusione generale che si trae dall'esame di queste curve è che con moderata velocità e moderati valori dell'eccentricità non si ha un serio aumento sulle perdite nel ferro.

Perdite complessive a vuoto. — Si misurarono i watt, gli ampere e il $\cos \varphi$ ai morsetti dello statore a vuoto per una serie di valori della tensione applicata e dell'eccentricità del rotore, queste osservazioni furono fatte coi 2 tipi di avvolgimento chiuso già ricordati. Col primo tipo e cioè con ogni fase (consistente di

due bobine) chiusa su se stessa non si potè raggiungere l'eccentricità massima di 0,006 in. usata nelle altre prove perchè l'attrazione magnetica con uniforme produceva contatto tra rotore e statore e la corrente presa dal motore era così grande da bruciare gli avvolgimenti: ci si dovette limitare alla eccentricità 0,005 in.

I risultati ottenuti coi 2 tipi d avvolgimento differiscono essenzialmente per il fatto che, specialmente per forte eccentricità, col primo tipo si hanno perdite notevolmente superiori: dalle curve relative si ricava ad esempio, che col rotore centrato si consumano 750 watt col primo tipo e 580 col secondo; con una eccentricità 0,055 e 0,06 rispettivamente si consumavano 900 e 650 watt sempre alimentando lo statore a 200 volt.

Variazione della corrente di magnetizzazione nello statore con la eccentricità del rotore. — Il tipo di avvolgimento adottato per il rotore influisce sul valore della corrente di magnetizzazione presa dallo statore quando il rotore non è centrato. Col tipo di avvolgimento in cui ogni bobina è separatamente chiusa in corto circuito la corrente di magnetizzazione è praticamente indipendente dalla eccentricità del rotore, in accordo col fatto che il campo è anch'esso indipendente dalla eccentricità. Col secondo tipo, in cui 2 bobine del rotore sono connesse in serie, la corrente di magnetizzazione invece diminuisce al crescere della eccentricità: nel caso nostro passando il rotore dalla posizione centrale all'eccentricità di 0,055 in. alla tensione di 200 volt la corrente scendeva da 14,4 a 12,7 ampère ossia di circa il 12 %: in corrispondenza cresceva invece il $\cos \varphi$. Questo fatto può essere previsto anche teoricamente come andiamo a mostrare. Sia:

F il flusso per polo col rotore centrato

g la larghezza normale dell'intraferro

a lo spostamento del rotore dalla sua posizione centrale

$K F g$ la corrente di magnetizzazione per polo col rotore centrato.

Quando il rotore è eccentrico la larghezza dell'interferro diventa $g + y$ in alto e $g - y$ in basso essendo $y = 0,9 a$ per un motore a 4 poli: si può allora supporre che del flusso entrante $2F$ che col rotore centrato si distribuisce in parti uguali tra i due poli nord ora una parte $\frac{g-y}{g} F$ entra nel polo superiore e l'altra $\frac{g+y}{g} F$ nell'inferiore. La corrente di magnetizzazione richiesta per la prima parte del flusso sarà:

$$\frac{g-y}{g} F K (g+y) = \frac{g^2 - y^2}{g} F K$$

e quella richiesta per la seconda parte:

$$\frac{g+y}{g} F K (g-y) = \frac{g^2 - y^2}{g} F K$$

La corrente totale che col rotore centrato è $2 K F g$ diventa

$$2 K F \frac{g^2 - y^2}{g}$$

col rotore eccentrico e cioè la diminuzione della corrente è proporzionale al quadrato dello spostamento del rotore.

Attrazione magnetica del rotore. — Il valore della attrazione magnetica prodotta dalla eccentricità del rotore e che tende a deviare l'albero è stata calcolata dal Rey e Sumec. La formola del Sumec è la seguente:

$$P = \frac{B^2}{8\pi} S \frac{a}{g} \frac{1}{\left[1 - \left(\frac{a}{g}\right)^2\right]^{\frac{3}{2}}}$$

dove

P è il valore dell'attrazione in unità assoluta
 B l'induzione nell'intraferro col rotore centrato
 S la superficie del rotore in cm.²
 g ed a hanno i soliti significati.

Nel caso nostro essendo

$$B = 4400$$

$$S = 7750$$

$$g = 2 \text{ mm}$$

si è trovato per

$$\frac{a}{g} = 0,1 \quad P = 600 \text{ Kg.}$$

$$\frac{a}{g} = 0,5 \quad P = 3050 \text{ Kg.}$$

È da notare che tanto il Sumec quanto il Rey non hanno tenuto conto della azione compensatrice della corrente indotta sul campo il ch   è lecito fin che si tratta di avvolgimento semplice ma non gi   nel caso di avvolgimento multiplo nel quale caso l'attrazione magnetica deve essere assai minore.

Valore della corrente del rotore dovuta alla eccentricit  . — Il campo rotante, in un motore a rotore eccentrico, non    pi   costante ma ogni giro passa da un massimo a un minimo secondo il valore dell'intraferro: ne viene di conseguenza che anche la f. e. m. indotta si modifica ed alla armonica fondamentale che ha la frequenza dello slip se ne sovrappone un'altra che ha la frequenza della velocit   di rotazione la cui ampiezza dipende dal valore della eccentricit  . Se l'avvolgimento    del tipo multiplo (ogni bobina chiusa separatamente in corto circuito) la corrente nel rotore verr   modificata e conseguentemente tender   a ripristinarsi l'uniformit   del campo. L'autore dimostra che questo aumento di corrente nel rotore    molto piccolo e precisamente

$$\frac{0,32 a}{g} c_0 \frac{t_1}{t_2} \text{ ampere}$$

dove a, g hanno i soliti significati, c_0    la corrente nello statore, t_1, t_2 le spire dello statore e del rotore e che quindi    piccolo anche l'aumento di perdita nel rame del rotore per effetto delle eccentricit  .

Sommario e conclusione. — Da quanto si    detto si pu   concludere:

1.   Uno spostamento del rotore di un motore a induzione dalla sua posizione centrale determina una dissimetria nella densit   del flusso lungo l'asse proporzionale al cambiamento della permeabilit   magnetica dell'intraferro tanto coll'avvolgimento aperto quanto coll'avvolgimento semplice mentre coll'avvolgimento multiplo la detta densit   rimane abbastanza uniforme.

2.   Questa corrente di compensazione non    per   grande e quindi non produce un aumento considerevole nelle perdite nel rame del rotore.

3.   La dissimetria del campo, quando non    compensata dalla corrente del rotore, fa aumentare le perdite nel ferro: aumento che si fa sentire specialmente per grandi valori della eccentricit  .

4.   L'effetto totale dell'eccentricit   del rotore nelle perdite    sempre molto piccolo coll'avvolgimento multiplo:    per   sentito coll'avvolgimento semplice ma non molto grande finch   l'eccentricit      minore del 20    25 % del primitivo valore dell'intraferro.

G. M.

Riscaldamento.

Gli apparecchi per il riscaldamento elettrico nella pratica.

K. PFLÜGEL. — *E. T. Z.* - 18 aprile 1912.

Una delle questioni più delicate ed importanti relative agli apparecchi per il riscaldamento elettrico è quella della durata delle resistenze riscaldanti.

Malgrado si tratti di apparecchi di costruzione non molto facile per il minimo volume che generalmente è imposto e l'elevata temperatura (alcune centinaia di gradi) alla quale debbono essere assoggettate molte delle loro parti, numerose prove, eseguite su ferri da stiro, hanno tuttavia dimostrato che non è difficile realizzare apparecchi della durata di quasi 3000 ore (di funzionamento continuo). Se si tien conto che per i ferri da stiro l'utilizzazione media annua può valutarsi in pratico a poco più di 1500 ore, si vede che i costruttori possono garantire con sicurezza questi apparecchi per almeno un anno; e per un tempo maggiore altri apparecchi la cui utilizzazione annua è meno intensa. Saranno sempre consigliabili, naturalmente, i tipi nei quali le resistenze possono essere rapidamente e comodamente sostituite.

L'A. espone inoltre i risultati dei tentativi fatti a Strasburgo dalla Società che distribuisce energia elettrica allo scopo di diffondere l'uso del riscaldamento elettrico.

Gli apparecchi che più facilmente si sono diffusi sono i ferri da stiro, dei quali oltre 3000 funzionano attualmente fra i soli utenti della Società; il loro impiego viene trovato già economicamente soddisfacente, tutto considerato, quando l'energia elettrica è pagata intorno ai 15 cent. per Kw-ora. Ogni ferro consuma annualmente in media, intorno ai 300 Kw-ora. Il solo punto debole della loro costruzione sta tutt'ora nei fili flessibili che si guastano facilmente all'attacco; inconveniente questo che si ritrova anche in numerosissime altre applicazioni elettriche (1).

Maggiori difficoltà incontra l'uso degli apparecchi per la cucina. Gli apparecchi a riscaldamento indiretto sono talvolta preferiti perchè permettono l'uso degli usuali recipienti; bisogna tuttavia evitare l'uso di quelli in alluminio o nichel a parete sottile con i quali, in causa delle facili deformazioni della parete di fondo, la trasmissione di calore diventa presto cattiva. Per la stessa ragione sono da scartare i recipienti smaltati e soprattutto quelli in terra cotta. I migliori recipienti sono tutt'ora quelli in ghisa.

Con i recipienti a *riscaldamento diretto* (i quali cioè portano entro sè stessi la resistenza scaldante) il calore è indubbiamente utilizzato meglio; tuttavia il loro costo elevato sembra limitarne l'uso ai casi di utilizzazione molto intensa.

Gli scaldabagni elettrici non sembrano essere ancora economici e pratici in causa della potenza necessariamente assai rilevante che assorbono (il tipo medio assorbe da 12 a 15 Kw. per almeno mezz'ora); occorrerebbe forse alimentarli con reti di distribuzione speciali.

Quanto al riscaldamento elettrico delle abitazioni, i radiatori elettrici usuali sono già sufficientemente pratici e comodi; nè v'è da far nulla per ciò che riguarda il loro rendimento che può nettamente ritenersi eguale all'unità per ragioni ovvie. Il solo ostacolo che si oppone alla loro diffusione è il prezzo alto dell'energia elettrica.

L'A. ritiene che il riscaldamento elettrico diventerebbe assai comune se l'energia non costasse più di 5 o 6 cent. per Kw-ora. Tariffe di questo genere, però, non potrebbero evidentemente essere praticate che da centrali idroelettriche o da centrali elettrotermiche assai importanti e durante le ore del giorno: s'imporrebbe quindi la necessità di una doppia tariffa.

U. B.

(1) Peres., in telefonia.

N. 8.**INDICE****dei più importanti articoli pubblicati nei periodici posseduti
dalla Biblioteca Centrale**

(Vedi elenco delle abbreviazioni usate per i periodici a pag. 93 del fascicolo 1.^o)

Accumulatori e pile.

- *Sulle piastre negative degli accumulatori.* — P. ASKENASY e L. v. PUTNOKY. — (Z. El. ch., H., 15 giugno 1912, Vol. XVIII, N. 12, pag. 493).

Applicazioni diverse.

- *Impianto di parafulmini.* — RUPPEL. — (E. T. Z., 13 giugno 1912, Vol. 33, N. 24, pag. 616).
- *Orologi elettrici simpatici a campo magnetico rotante.* — ROSARIO FEDERICO e LEANDRO SEGALIN. — (El., R., 1 luglio 1912, Vol. 13, pag. 193).
- *Comando elettrico di un grande laminatoio.* — WILFRED SYKES. — (Am. Inst. E. E., maggio 1912, Vol. XXXI, N. 5, pag. 559).

Argomenti diversi.

- *Antonio Pacinotti.* — L. FINZI. — (E. T. Z. 20 giugno 1912, Vol. 33, N. 25, pag. 629).
- *L'esposizione della Società Francese di Fisica.* — J. REYVAL. — (Lum. El., 20 aprile 1912, Vol. XVIII, N. 16, pag. 70).
- *L'anno economico 1911 in Austria.* — E. HONIGMANN. — (E. T. Z., 9 maggio 1912, Vol. 33, N. 19, pag. 487).
- *Sulle tariffe a forfait.* — D. BERCOVITZ. — (E. T. Z., 9 maggio 1912, Vol. 33, N. 19, pag. 475).
- *Il cinematografo parlante.* — A. REISSET. — (Lum. El., 27 gennaio 1912, Vol. XVII, N. 4, pag. 103).
- *La società per imprese elettriche di Berlino.* — C. ERGANG. — (E. T. Z., 30 maggio 1912, Vol. 33, N. 22, pag. 560).
- *Nuovo apparecchio per utenti « a forfait ».* — H. E. HATFIELD. — (E. T. Z., 30 maggio 1912, Vol. 33, N. 22, pag. 564).
- *L'unione per la navigazione interna e le nuove leggi relative.* — TH. KOEHN. — (E. T. Z., 16 maggio 1912, Vol. 33, N. 20, pag. 515).

Elettrochimica ed elettrotermica.

- *Sulla determinazione del radio nei minerali e nelle rocce.* — E. ERLER. — (Z. El. ch., H., 1 luglio 1912, Vol. 18, N. 13, pag. 532).

- *Metodi radioattivi nell'elettrochimica.* — G. v. HEVESY. — (Z. Bl. ch., H., 1 luglio 1912, Vol. 18, N. 13, pag. 546).
- *La produzione elettrica dell'acido nitrico dagli elementi dell'aria.* — C. ROSSI. — (A. E. I., aprile 1912, Vol. XVI, N. 4, pag. 305).

Elettrofisica.

- *Sul magnetismo susseguente del ferro.* — A. BERNINI. — (N. C., aprile 1912, Volume LVIII, N. 4, pag. 295).
- *Un procedimento per la misura della velocità dei gas.* — U. BORDONI. — (N. C., aprile 1912, Vol. LVIII, N. 4, pag. 241).
- *Campi elettrici rotanti.* — A. E. KENNELLY. — (Riv. tec., d'El., 16 maggio 1912, N. 1570, pag. 308).
- *Tungsteno metallico e alcune sue applicazioni.* — W. D. COOLIDGE. — (Am. Inst. E. E., giugno 1912, Vol. 31, N. 6, pag. 865).
- *Convezione e conduttività termica nei gas.* — IRVING LANGMUIR. — (Am. Inst. E. E., giugno 1912, Vol. 31, N. 6, pag. 1011).
- *Magnetizzazione del ferro per effetto di due campi ortogonali.* — G. ERCOLINI. — (N. C., giugno 1912, Vol. LVIII, N. 6, pag. 457).
- *Sul metodo dei solidi nei fluidi viscosi.* — U. CRUDELI. — (N. C., giugno 1912, Vol. 31, N. 6, pag. 449).
- *Campo elettromagnetico in un mezzo anisotropo uniassico.* — F. MASSARDI. — (N. C., giugno 1912, Vol. LVIII, N. 6, pag. 407).
- *Sul calore specifico dei metalli a temperature elevate.* — O. M. CORBINO. — (N. C., giugno 1912, Vol. LVIII, N. 6, pag. 389).

Generatori elettrici.

- *Caratteristiche dei grandi turbo-generatori.* — A. B. FIELD. — (Am. Inst. E. E., giugno 1912, Vol. 31, N. 6, pag. 963).
- *Un fenomeno di autoeccitazione nelle macchine a commutatore a corrente alternata.* — R. MOSER. — El. u. Masch., W., 2 giugno 1912, Vol. XXX, N. 22 pag. 463).
- *Sviluppo delle macchine a corrente continua e loro costruzione attuale.* — J. SCHMIDT-NÜRNBERG. — (Z. Bel. w., B., 30 maggio 1912, Vol. XVIII, N. 15, pagina 170).
- *Caratteristiche di grandi generatori omopolari.* — G. B. LAMME. — (Am. Inst. E. E., giugno 1912, Vol. 31, n. 6, pag. 975).

Illuminazione.

- *L'illuminazione elettrica delle case private.* — W. R. RAWLINSON. — (Ill. Eng., L., maggio 1912, Vol. V, N. 5, pag. 236).
- *Efficienza raggianti di filamenti incandescenti.* — W. E. FORSYTHE. — (Ph. Rev., N. Y., maggio 1912, Vol. XXXIV, N. 5, pag. 333).
- *Applicazione del selenio in fotometria.* — A. H. PFUND. — (Ph. Rev., N. Y., maggio 1912, Vol. XXXIV, N. 5, pag. 370).
- *L'illuminazione stradale di piccole città.* — C. E. STEPHENS. — (Am. Ist. E. E., maggio 1912, Vol. XXXI, N. 5, pag. 509).
- *Nuove lampade al tungsteno.* — A. BAINVILLE. — (Ind. El., P., 10 giugno 1912, Vol. 21, N. 491, pag. 249).

- *Lampade a filamento metallico e lampade ad arco.* — E. HONIGMANN. — (Elek., W., 10 giugno 1912, Vol. 31, N. 11, pag. 139).
- *Nuovo metodo d'illuminazione elettrica per impianti industriali.* — R. S. WINTER. — (Elek., W., 25 maggio 1912, Vol. 31, N. 10, pag. 122).
- *I vantaggi delle lampade ad incandescenza sulle lampade ad arco.* — A. BIRNBAUM. — (Elek., W., 10 maggio 1912, Vol. 31, N. 9, pag. 109).
- *Lampada ad incandescenza a filamento di tungsteno.* — MARCHAND. — (Cos., P., 9 maggio 1912, Vol. 61, N. 1424, pag. 523).
- *Introduzione e sviluppo dell'illuminazione elettrica sulla Kaiser Ferdinands Nordbahn.* — F. BACH. — (El. u. Masch., W., 26 maggio 1912, Vol. XXX, N. 21, pagina 429).
- *Emissione delle varie parti di una fiamma ad acetilene.* — W. W. COBLENTZ. — (Z. Bel. w. ' B., 10 giugno 1912, Vol. XVIII, N. 16, pag. 181).

Impianti.

- *Prove sui cavi ad alta tensione dopo la posa.* — W. GENKIN. — (Lum. El., 27 aprile 1912, Vol. XVIII, N. 17, pag. 99).
- *L'impianto idroelettrico di Rjukanfos.* — F. MARGUERIE. — (Lum. El., 4 maggio 1912, Vol. XVIII, N. 18, pag. 131).
- *La protezione degli isolatori aerei e in particolare di quelli a sospensione contro le sovratensioni.* — W. WEICKER. — (Lum. El., 17 febbraio 1912, Vol. XVII, N. 7, pag. 196).
- *L'officina Schneider e C. o a Champagne-sur-Seine.* — E. DIEUDONNÉ. — (Lum. El., 24 febbraio 1912, Vol. XVII, N. 8, pag. 233).
- *Osservazioni sul carico ammissibile dei cavi in Germania ed in Inghilterra.* — J. WAGNER. — (E. T. Z., 16 maggio 1912, Vol. 33, N. 20, pag. 501).
- *Influenze della caduta di tensione sul funzionamento dei ricevitori a corrente alternata.* — W. GENKIN. — (Lum. El., 3 febbraio 1912, Vol. XVII, N. 5, pag. 131).
- *Contributi alla questione della distribuzione dell'energia.* — C. SCHMIDT. — (E. T. Z., 23 maggio 1912, Vol. 33, N. 21, pag. 534).
- *Centrale elettrica trasportabile.* — ROSENBUSCH. — (E. T. Z., 16 maggio 1912, Vol. 33, N. 20, pag. 516).
- *Sull'economia delle centrali idroelettriche.* — R. RINKEL. — (E. T. Z., 20 giugno 1912, Vol. 33, N. 25, pag. 631).
- *Un moderno impianto di orologi elettrici.* — E. ZOMPARELLI. — (El., R. 15 maggio 1912, Vol. XXI, N. 10, pag. 145).
- *Officina per riparazioni di macchine elettriche.* — P. MEYER. — (E. T. Z., 27 giugno 1912, Vol. 33, N. 26, pag. 664).
- *Impianto elettrico per l'irrigazione di Willston e Buford-Trenton.* — C. P. ELDRED. — (El. W., N. Y., 15 giugno 1912, Vol. 59, N. 24, pag. 1304).
- *Influenza, sul rendimento degli impianti, della preparazione tecnica degli impiegati.* — C. M. JANSKY. — (El. W., N. Y., 8 giugno 1912, Vol. 59, N. 23, pagina 1265).
- *Coefficiente di pressione delle resistenze elettriche.* — A. A. SOMERVILLE. — (El. W., N. Y., 25 maggio 1912, Vol. 59, N. 21, pag. 1118).
- *Determinazione del baricentro dei carichi nelle reti.* — M. C. RICE. — (El. W., N. Y., 18 maggio 1912, Vol. 59, N. 20, pag. 1074).
- *Le proprietà delle linee.* — S. GUGGENHEIM. — (El. Krb. Ba., Mü., 24 giugno 1912, Vol. X, N. 18, pag. 381).
- *I successi economici della creosotizzazione dei pali per trasmissioni in Austria.* — R. NOWOTNY. — (El. u. Masch., W., 23 giugno 1912, Vol. XXX, N. 25, pag. 518).
- *Scaricatori chiusi ed il problema della protezione dei circuiti di distribuzione.* — E. E. F. CREIGHTON e F. R. SHAVOR. — (Am. Inst. E. E., maggio 1912, Volume XXXI, N. 5, pag. 609).

Metodi e strumenti di misura.

- *La misura commerciale dell'energia elettrica.* — G. G. PONTI. — (Riv. Tec. d'el., 2 maggio 1912, N. 1568, pag. 279).
- *Strumenti di misure ad induzione.* — P. MAC GAHAN. — (Am. Inst. E. E., giugno 1912, Vol. 31, N. 6, pag. 1203).
- *Elettrodinamometro tubolare per correnti intense.* — P. G. AGCNEW. — (Am. Inst. E. E., giugno 1912, Vol. 31, N. 6, pag. 1171).
- *Nuovo freno compensato.* — D. ROBERTSON. — (El., L., 5 luglio 1912, Vol. LXIX, N. 13, pag. 525).
- *Il comportamento dei contatori a corrente continua per il caso della trazione con osservazioni sulla messa in opera e sulla taratura.* — S. W. MELSOM e W. EASTLAND. — (El., L., 17 maggio 1912, Vol. LXIX, N. 6, pag. 216).
- *Contatori per carichi variabili.* — D. ROBERTSON. — (El. L., 10 maggio 1912, Volume LXIX, N. 5, pag. 172).
- *La misura dell'isolamento e della capacità nei cavi a più conduttori.* — K. W. WAGNER. — (E. T. Z., 20 giugno 1912, Vol. 33, N. 25, pag. 635).
- *Sui contatori a doppia tariffa senza orologio di commutazione.* — E. EVANS. — (E. T. Z., 13 giugno 1912, Vol. 33, N. 24, pag. 617).

Motori elettrici.

- *Inserzione in cascata di motori ad induzione e di motori a collettore trifasici.* — E. SIEGEL. — (El. u. Masch., W., 7 luglio 1912, Vol. XXX, N. 27, pag. 557).
- *Sfasatori per motori ad induzione.* — G. KAPP. — (El. L., 17 maggio 1912, Volume LXIX, N. 6, pag. 222).
- *Utilizzazione del materiale nei diversi motori.* — W. B. HIND. — (El., L., 19 aprile 1912, Vol. LXIX, N. 2, pag. 58).
- *Prove del motore trifasico ad induzione.* — A. J. MAKOWER e M. A. MOSSAY. — (El. L., 19 aprile 1912, Vol. LXIX, N. 2, pag. 46).

Motori primi.

- *La torba come sorgente di forza motrice.* — GRADENWITZ. — (Cos., P., 2 maggio 1912, Vol. 61, N. 1423, pag. 495).
- *Notizie recenti sulle turbine a vapore.* — K. BAUMANN. — (Inst. E. E., L., maggio 1912, Vol. 48, N. 213, pag. 768).
- *Il Carbone bianco.* — J. REYVAL. — (Lum. El., 6 aprile 1912, Vol. XVIII, N. 14, pag. 12).

Radiotelegrafia e radiotelefonìa.

- *Nuovo metodo per ottenere oscillazioni non smorzate.* — E. L. CHAFFEE. — (El., L., 26 aprile 1912, Vol. LXIX, N. 3, pag. 90).
- *Risonanza acustica ed elettrica dei gruppi d'onde musicali nei ricevitori della telegrafia senza fili.* — P. JÉGOU. — (Ind. El., P., 10 maggio 1912, Vol. XXI, N. 489, pag. 197).

Telegrafia, telefonia e segnalazioni.

- *L'applicazione dei sistemi automatici in telefonia.* — A. H. DYSON. — (Am. Inst. E. E., maggio 1912, Vol. XXXI, N. 5, pag. 451).
- *60 anni di sviluppo tecnico della telegrafia sottomarina.* — M. ROSCHER. — (E. T. Z., 27 giugno 1912, Vol. 33, N. 26, pag. 664).

- *Cavi di Pupin e di Krarup.* — E. F. PETRITSCH. — (El. u. Masch., W., 19 maggio 1912, Vol. XXX, N. 20, pag. 409).
- *Linee telegrafiche militari che adoperano i relais polarizzati come ricevitori.* — G. R. GUILD. — (Am. Ist. E. E., giugno 1912, Vol. 31, N. 6, pag. 931).
- *Telegrafia e telefonia.* — W. A. J. O' MEARA. — (El., L. 31 maggio 1912, Vol. LXIX, N. 8, pag. 313).
- *La teoria dei cavi sottomarini.* — H. W. MALCOLM. — (El., L., 10 maggio 1912, Vol. LXIX, N. 5, pag. 181).

Trasformatori e convertitori.

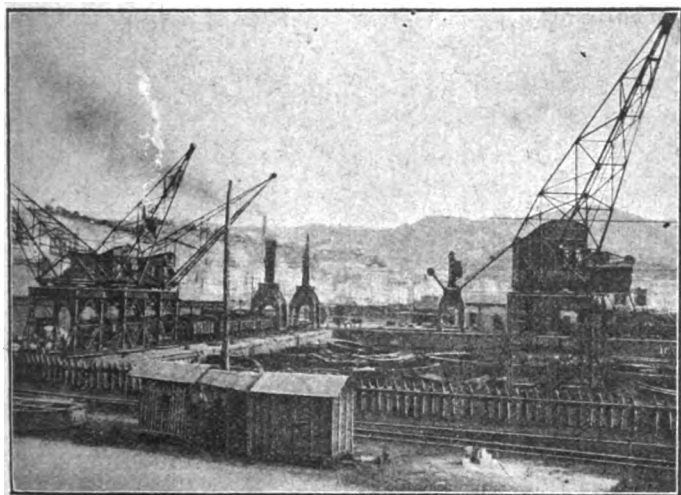
- *Raffreddamento dei trasformatori.* — G. D. CLERICI. — (Riv. Tec., d'El., 20 giugno 1912, N. 1575, pag. 397).
- *Impianto di trasformazione da corrente trifasica a corrente continua per scopi ferroviari.* — IDELBERGER. — (El., Krb. B., Mü., 27 giugno 1912, Vol. X., N. 18, pag. 372).

Trazione.

- *L'officina delle tramvie di Stuttgart.* — P. LOERCHR. — (E. Krb. Br., Mü., 24 giugno 1912, Vol. X, N. 18, pag. 372).
- *Statistica grafica delle ferrovie secondarie.* — P. MÜLLER. — (El. Krb. Ba., Mü., 24 giugno 1912, Vol. X, N. 18, pag. 369).
- *L'elettrificazione delle linee delle ferrovie locali di Budapest.* — J. FISCHER v. TÓVAROS. — (El. Krb. Ba., Mü., 24 giugno 1912, Vol. X, N. 18, pag. 361).
- *Tariffe delle ferrovie metropolitane nelle grandi città europee e americane.* — G. KEMMANN. — (El. Krb., Ba., Mü., 4 giugno 1912, Vol. X, N. 16, pag. 331).
- *La ferrovia del Niesen.* — R. ZEHNDER-SPÖRRY. — (El. Krb. Ba., Mü., 4 luglio 1912, Vol. X, N. 19, pag. 403).
- *La trazione a 1200 volt negli Stati Uniti.* — T. STEVENS. — (Inst. E. E. L., maggio 1912, Vol. 48, N. 213, pag. 890).
- *L'elettricità e l'automobilismo.* — A. BERTHIER. — (Lum. El., 22 giugno 1912, Volume XVIII, N. 25, pag. 359).
- *Le automotrici miste.* — J. SIMEY. — (Lum. El., 29 giugno 1912, Vol. XVIII, N. 26, pag. 387).

SOCIETA' NAZIONALE OFFICINE DI SAVIGLIANO

Direzione, Via Genova 23, Torino - Officine in Savigliano e Torino



COSTRUZIONI

METALLICHE

MECCANICHE

ELETTRICHE

ED

ELETTRO-MECCANICHE

MATERIALE

FISSO E MOBILE

PER FERROVIE

E TRAMVIE

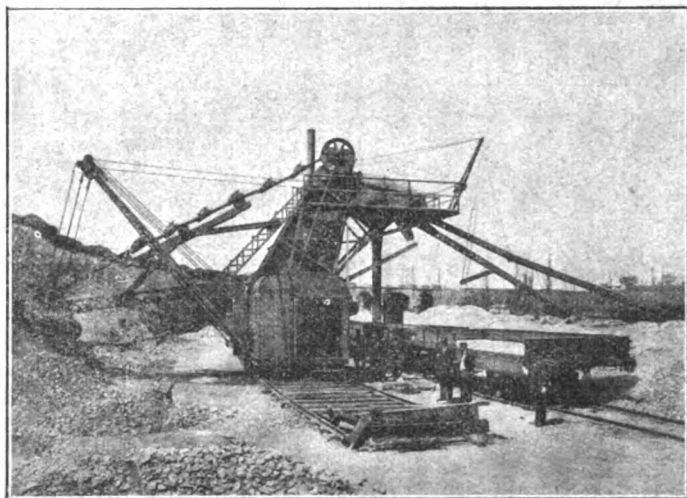
A VAPORE

ED ELETTRICHE

CABESTANS

SCAVATORI

DRAGHE, ECC.



Rappresentanze:

VENEZIA: Castello, Calle dietro la Chiesa di S. Giovanni Novo, 4439.

ROMA . . : Ing. **Giulio Castelnuovo** — Via Sommacampagna, 15.

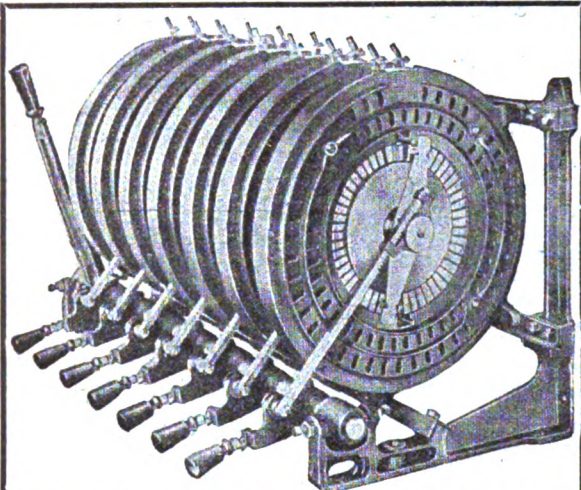
GENOVA : Sigg. **A. M. Pattono e C.** — Via Caffaro, 17.

MILANO : Ingg. **Gmür, Lanza, Zaretti** — Via Senato, 28.

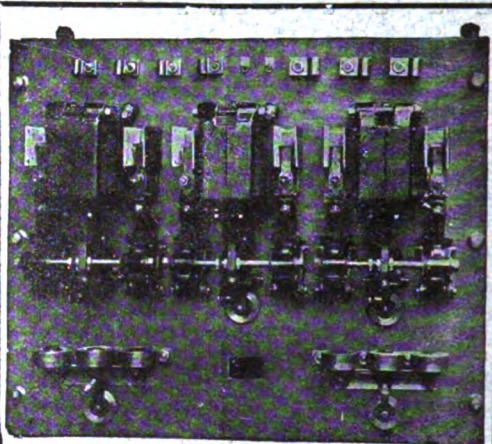
BARI . . : Ing. **Giuseppe Illuzzi** — Via Caruli, 89.

Reostati - Avviatori - Regolatori

a mano ed automatici



Regolatore di luce per scena
a manovra per elementi e simultanea



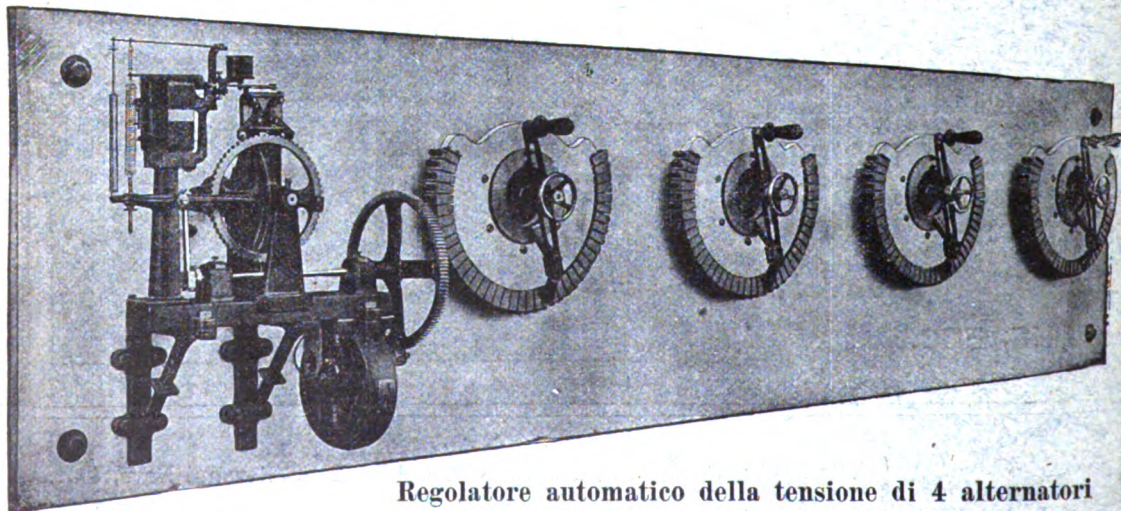
Avviatore automatico
per motore trifase comandante
una pompa centrifuga

Ing. S. BELOTTI & C. - MILANO

Telefono: 73-03

Corso P. Romana, 76-78

Telegrafo: INGBELOTTI



Regolatore automatico della tensione di 4 alternatori

REGOLATORI THURY-CUENOD

a regolazione istantanea per i più svariati casi di regolazione
di macchine e linee elettriche

Pubblicazione mensile.Conto Corrente con la Posta.**ATTI**

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

UFFICIO CENTRALE

Telefono 20-86

Telegrammi ASSELITA

MILANO, Via S. Paolo, 10

— Erecta in Ente Morale il 3 Febbraio 1910. —

Premiata con 4 Diploma di benemerita all'Esposizione di Como nel 1885 — Gran Premio all'Esposizione di Saint Louis nel 1904 — Gran Premio all'Esposizione di Brescia nel 1910.

INDICE.

N. 1. Résumé des Conférences et des Communications contenues dans la présente livraison.	Pag. 749
» 2. I motori monofasi per trazione e l'applicazione del motore a repulsione delle tranvie urbane di Parma — <i>Lettura fatta dal Socio Ing. G. LADO alla Sezione di Milano</i>	» 751
» 3. Risultati della trazione elettrica monofase sulle Tranvie Parmensi — <i>Comunicazione fatta dal Socio Ing. E. VIGLIA alla Sezione di Milano</i>	» 788
» 4. Su un tipo di trasformatore regolabile. — <i>Comunicazione fatta dal Socio G. VALLAURI alla Sezione di Napoli</i>	» 797
» 5. Ciclo conferenze sul « Motori termici ed idraulici per le centrali elettriche » tenuto dal Prof. GIUSEPPE BELLUZZO alla Sezione di Milano	» 818
» 6. Comunicazione della Presidenza. — <u>Programma della XVI Riunione dell'A. E. I.</u> (<i>Genova 19-23 ottobre</i>).	» 822
» 7. Verbali delle Sezioni.	» 824
» 8. Recensioni	» 825
» 9. Indee dei più importanti articoli pubblicati nei periodici	» 843
<i>Pubblicità Industriale</i>	da I a XII e da XIII a XXII

Le riviste che desiderano riprodurre qualcuno degli articoli qui stampati sono pregati di indicare che sono presi dagli Atti della A. E. I.

PROPRIETÀ LETTERARIA



MILANO

Stabilimenti Grafici STUCCHI, CERETTI & C.
16, Via S. Damiano — Via Vittadini, 5

1912

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

UFFICIO CENTRALE

MILANO = 10 - Via S. Paolo - 10 = MILANO

CONSIGLIO [GENERALE]

PRESIDENZA 1912-1914

Presidente LORI Prof. Ing. FERDINANDO — Padova;
Vice-Presidente BATTELLI On. Prof. ANGELO, Roma — LOMBARDI Prof. Ing. LUIGI, Napoli —
SEMENZA Ing. GUIDO, Milano;
Segretario Generale PARYOPASSU Ing. Prof. CARLO, Padova;
Vice-Segretario Generale BIANCHI Ing. ANGELO, Milano;
Cassiere BARBAGELATA Prof. Ing. ARMANDO, Milano.

Consiglieri rappresentanti le Sezioni per il 1912.

BOLOGNA — Amaduzzi Prof. Lavoro, *Presidente* — Raffi Ing. Pasquale;
CATANIA — Fusco Ing. Francesco, *Presidente* — Carnazza On. Gabriello — Tricomi Ing. Bonaventura;
GENOVA — Rumi Prof. Ing. Cav. Uff. A. Soreno, *Presidente* — Königshelm Ing. Sigismoudo — Pagliaro Ing. Augusto
LIVORNO — Vivarelli Prof. Aristide, *Presidente* — Lodolo Ing. Cav. Alberto;
MILANO — Panzarasa Ing. Alessandro, *Presidente* — Bartini Ing. Angelo — Civita Ing. Domenico — Onati Ing.
Comm. Ettore — Danioni Ing. Filippo — Fenzi Ing. Fezo — Gadda Ing. Giuseppe — Jona Ing. Emanuele
— Motta Ing. Giacinto — Stucchi Prinetti Ing. Luigi — Vannotti Ing. Ernesto;
NAPOLI — Lombardi prof. Luigi, *Presidente* — Bonghi Cav. Ing. Mario — Curti Ing. Cav. Camillo Albino —
Granafel Ing. Aslan — Vallauri Ing. Giancarlo.
PADOVA — Amati Ing. Giuseppe, *Presidente* — Milani Ing. Cav. Paolo;
PALERMO — Dina Prof. Ing. Alberto, *Presidente* — Buttafarri Ing. Gzetano;
ROMA — Del Buono Ing. Ulisse, *Presidente* — Ascoli Cav. Prof. Moisé — Majorana Prof. Comm. Quirino —
Mengarini Comm. Prof. Guglielmo — Piola Prof. Francesco;
TORINO — Tedeschi Comm. Inr. Vittorio, *Presidente* — Grassi Comm. Prof. Guido — Jervis Ing. Tommaso —
Ferraris Ing. Prof. Lorenzo — Guagno Ing. Enrico.

CONSIGLI DELLE SEZIONI.

BOLOGNA, Via Pietrafitta, 11 — *Presidente*: Amaduzzi Prof. Lavoro; *Vice-Pres.*: Donati Ing. Alfredo; *Segretario*: Palagi Ing. Torquato; *Cassiere*: Gasparini Ing. Cleto; *Consiglieri*: Calzoni Ing. Adolfo, Cesari Ing. Ettore, Mantegazzini Ing. Giovanni, Novi Cav. Ing. Michelangelo.
ATANIA, Via Euplio, 56 — *Pres.*: Fusco Ing. Cav. Francesco; *Vice-Pres.*: Boggiora Prof. Enrico; *Segretario*: Battaglia Ing. Mario; *Cassiere*: Canzoneri Ing. Domenico; *Consiglieri*: Colacuri Ing. Prof. Vincenzo, Fichera Ing. G. B., D'Amico Ing. Prof. Giuseppe, Tonkowitz Ing. Francesco
GENOVA, Via Interiano, 3-6 — *Pres.*: Rumi Prof. Ing. A. Soreno; *Vice-Pres.*: Ronco Prof. Ing. Nino; *Segretario*: Antonini Ing. Giovanni; *Cassiere*: Cappellini Cav. Vittorio; *Consiglieri*: Garibaldi Ing. Prof. Cesare, Galliano Ing. Salvatore, Dossmann Ing. Gustavo, Piaggio Ing. Carlo.
LIVORNO, Via Scali del Pesce, 2 — *Presidente*: Vivarelli Prof. Aristide; *Vice-Pres.*: Rosselli Ing. Cav. Angelo; *Segretario*: Dalmedio Ing. Gustavo; *Cassiere*: Catani Ing. Qualberto; *Consiglieri*: Vespignani Cav. Giuseppe, Vivarelli Ing. Virginio.
MILANO, Via S. Paolo, 10 — *Pres.*: Panzarasa Ing. Alessandro; *Vice-Pres.*: Merizzi Ing. Giacomo; *Segretario*: Campos Ing. Gino; *Cassiere*: Bianchi Ing. Angelo; *Consiglieri*: Arcioni Ing. Vittorio, Brioschi Ing. Franco, Belluzzo Ing. Prof. Giuseppe — Carcano Ing. E. Francesco — Piazzoli Ing. Emilio.
NAPOLI, Via Chiaia, 216 — *Presidente*: Lombardi Prof. Luigi; *Vice-Pres.*: Pizzuti Ing. Michele; *Segr.*: Massari Ing. Marino; *Cassiere*: Saggese Ing. Achille; *Consiglieri*: Boubée Prof. Comm. F. C. Paolo, Ferrari Ing. Carlo, Indaco Prof. Vincenzo, Liguori Ing. Pirro, Ragno Prof. Saverio, Ruffolo Ing. Francesco.
PADOVA, Via Dante, 38 — *Presidente*: Amati Ing. Giuseppe; *Vice-Pres.*: Lodi Prof. Ing. Ferdinando; *Segret.*: Levi Da Zara Dott. Mario; *Cassiere*: Turazza Prof. Giacinto; *Consiglieri*: Corinaldi Ing. Amedeo, Carazzolo Ing. Giuseppe.
PALERMO, Via Maqueda, 175 — *Presidente*: Dina Ing. Prof. Alberto; *Vice-Pres.*: Pagliani Prof. Cav. Stefano; *Segretario*: Santangelo Ing. G. Battista; *Cassiere*: Mastriechi Prof. Felice; *Consiglieri*: Arena Prof. Ing. Oreste, Ovazza Prof. Ing. Elia.
ROMA, Via delle Muratte, 70, (Palazzo dei Sabini) — *Presidente*: Del Buono Ing. Ulisse; *Vice-Pres.*: Revessi Ing. Prof. Giuseppe; *Segretario*: Carletti Ing. Aurio; *Cassiere*: Lattes Comm. Ing. Oreste; *Consiglieri*: Biagini Ing. Augusto, Bordoni Ing. Prof. Ugo, Corbino Prof. O. Mario, Di Pirro Comm. Prof. Giovanni, Fano Ing. Guido, Faranda Cav. Ing. Alberto.
TORINO, Galleria Nazionale — *Pres.*: Tedeschi Comm. Ing. Vittorio; *Vice-Presidente*: N. N.; *Segretario*: Ing. Palestino Carlo; *Cassiere*: Luino Andrea; *Consiglieri*: Bisazza Ing. Cav. Giuseppe, Forster Ing. Paolo, Megardi Ing. Giuseppe, Rossi Prof. Andrea Trasciatti Ing. Cav. Angelo, Valabrega Ing. Raffaele.

Presidenti antecedenti:

Prof. Comm. Galileo Ferraris (dal 27 Dicembre 1896 al 7 Febbraio 1897).
— Prof. Comm. Giuseppe Colombo (1897-1899) — Prof. Comm. Guido Grassi (1899-1902).
Prof. Comm. Moisé Ascoli (1903-1905) —
Ing. Cav. Emanuele Jona (1905-1908) — Ing. Prof. Luigi Lombardi (1908-1911).

MEMBRI DEL COMITATO DI REVISIONE DELLE NORME.

Prof. Ing. Lodi Ferdinando, *Presidente* — Ing. Fano Guido — Ing. Prof. Ferraris Lorenzo — Ing. Giacinto Motta —
Ing. Pontiggia Luigi — Ing. Salvadori Riccardo — Ing. Bonghi Mario (Napoli) — Ing. Carazzolo Giuseppe (Padova) —
Ing. Dal Medico Gustavo (Livorno) — Ing. Del Buono Ulisse (Roma) — Prof. Dina Alberto (Palermo) —
Ing. Jona Emanuele (Milano) — Ing. Königshelm Sigmund (Genova) — Prof. Majorana Quirino (Roma) —
Ing. Marini Salvatore (Bologna) — Ing. Morelli Ettore (Cons. Gen.) — Ing. Raffi Pasquale (Bologna) —
Ing. Semenza Guido (Cons. Gen.) — Ing. Soleri Elvio (Torino) — Ing. Trossarelli Ottavio (Torino) —
Sig. Utili Giuseppe (Napoli) — Ing. Vannotti Ernesto (Milano) — Ing. Viemara Emirico (Catania).

ATTI

DELL' ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

Ufficio Centrale: MILANO

N. 1.

RÉSUMÉ DES CONFÉRENCES ET DES COMMUNICATIONS CONTENUES DANS LA PRÉSENTE LIVRAISON

G. LADO. — Les moteurs monophasés pour traction et l'application du moteur à répulsion Déri aux tramways urbains de Parme.

L'A. après une exposition des principes fondamentaux et des caractéristiques du fonctionnement du moteur monophasé en série et du moteur Winter-Eichberg, parle du moteur à répulsion: il établit de celui-ci un diagramme circulaire et en tire les relations entre les différents éléments (vitesse, moment, facteur de puissance).

Ensuite il décrit quelques moteurs à répulsion type Déri (avec double système de balais) comme ils sont construits pour les applications industrielles.

L'A. examine l'application à la traction du moteur à répulsion Déri en comparant ses propriétés pour ce qui concerne le démarrage, le réglage de vitesse et le facteur de puissance avec celles des autres moteurs monophasés et des moteurs à courant continu.

Il fait remarquer certaines propriétés que le moteur Déri présente pour les services de traction.

En passant à la description des équipements électriques des tramways urbains de Parme l'A. parle des moteurs Déri en expliquant les données principales de construction et de fonctionnement.

L'A. décrit ensuite le système de réglage de vitesse par le simple déplacement des balais et réfère quelques données de la dépense d'énergie électrique et de l'entretien.

L'A. décrit enfin brièvement d'autres installations de chemin de fer secondaires et primaires équipés avec des moteurs Déri et termine en faisant remarquer l'influence que le moteur Déri pourrait avoir dans le champ d'application de la traction monophasée grâce à sa simplicité, aux moindres frais de l'équipement et à la possibilité d'adopter des fréquences normales.

E. VIGLIA. — Résultats d'exploitation obtenues par la traction électrique à courant monophasé sur les tramways de Parme.

L'auteur qui est chargé de l'exploitation des tramways monophasés de Parme donne quelques renseignements sur les frais de production du courant électrique ainsi que sur les frais d'entretien de la ligne aérienne et du matériel roulant de l'installation.

D'autres données concernant le fonctionnement de l'usine électrique, des moteurs des voitures, de la ligne aérienne et de la prise de courant son également exposées par l'auteur.

G. VALLAURI. — Sur un type de transformateur réglable.

L'auteur expose le principe d'un transformateur réglable, constitué par deux transformateurs, dont les primaires autant que les secondaires sont en série et dans lesquels le changement du rapport de transformation est exécuté non simultanément, mais successivement. L'auteur étudie au point de vue théorique et expérimental les propriétés de cet appareil et les compare avec celles des autres types existants.

N. 2.**I MOTORI MONOFASI PER TRAZIONE
E L'APPLICAZIONE DEL MOTORE A REPULSIONE
ALLE TRAMVIE URBANE DI PARMA**

*Lettura fatta dall' Ing. G. LADO alla Sezione di Milano
la sera del 22 marzo 1912*

Come seguito al ciclo delle conferenze sulla trazione, io parlerò della trazione a corrente monofase ed essendo l'argomento vasto e complesso, io limiterò la mia trattazione all'elemento essenziale di un sistema di trazione, il motore, e più specialmente mi occuperò della applicazione alla trazione di un motore monofase già noto per altre applicazioni industriali, avente una particolare semplicità di costruzione e regolazione: il motore monofase a repulsione, sistema Déri; tratterò delle caratteristiche di questo motore e descriverò alcuni impianti nei quali esso venne applicato, soffermandomi particolarmente su un importante impianto tramviario moderno: quello della città di Parma, eseguito dal Tecnomasio Italiano Brown-Boveri di Milano.

Non è mia intenzione di seguire una via polemica, mettendo a paragone il nuovo sistema di trazione con gli altri sistemi monofasi e con quello a corrente continua al fine di stabilire la superiorità di un sistema sull'altro. La dimostrazione teorica di tale superiorità esorbita dal campo di una semplice comunicazione, e per una dimostrazione sperimentale gli elementi a disposizione sono insufficienti, essendo le applicazioni del nuovo sistema finora limitate; e d'altra parte, l'applicazione dell'uno o dell'altro sistema di trazione dipende non solo dalle caratteristiche del motore, ma anche da molte altre considerazioni speciali del caso, quali, ad esempio, la lunghezza della linea, l'intensità del traffico. Io vorrò soltanto dimostrare che il nuovo motore possiede, per un servizio di trazione, caratteristiche simili a quelle degli altri motori oltre ad altre sue speciali, per modo che esso viene ad occupare un posto importante nel campo della trazione elettrica. A questa dimostrazione è opportuno che io premetta allo studio del motore in questione un riassunto delle caratteristiche dei principali motori monofasi.

Poche parole dirò sul *motore monofase asincrono*. La sua semplicità costruttiva e la possibilità di avvolgerlo per l'alimentazione diretta con alta ten-

sione, spiegano i notevoli e ingegnosi sforzi fatti per applicarlo alla trazione, malgrado che le sue caratteristiche elettriche, non siano affatto quelle di un motore per trazione. Esso si avvia solo a vuoto e con debole coppia e funziona bene solo a velocità presso che costante, di poco inferiore a quella di sincronismo. Perciò si sono immaginate ed anche sperimentate complicate disposizioni che permettono di trasmettere all'asse motore della vettura opportunamente trasformati i termini della potenza (coppia $\times$ velocità). Si è reso mobile lo statore del motore accoppiandolo a sistemi di compressori e motori ad aria (Bion J. Arnold, 1901-1904) o ad olio (Swinburne, 1903) o ad acqua (Siemens e Halske) o ricorrendo a gruppi generatore-motore a corrente continua (Sahulka) od a corrente polifase.

Le complicazioni meccaniche, il peso e il costo dell'equipaggiamento di questi sistemi sono tali che essi non hanno avuto fin qui che qualche applicazione sperimentale.

Passiamo invece a un altro motore per trazione che ha avuto ed ha molte e notevoli applicazioni pratiche, al « *Motore monofase in serie* » (fig. 1). Questo deriva direttamente dal motore a corrente continua con eccitazione in serie del

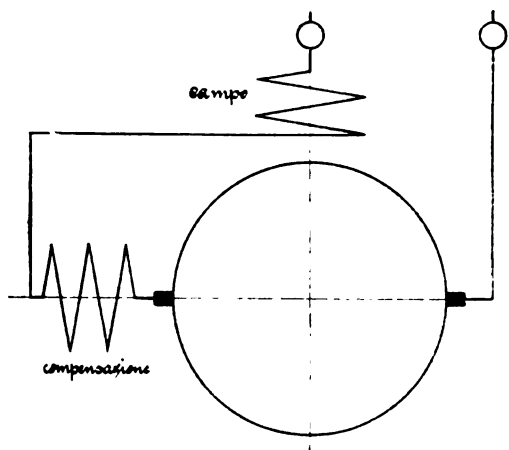


Fig. 1.

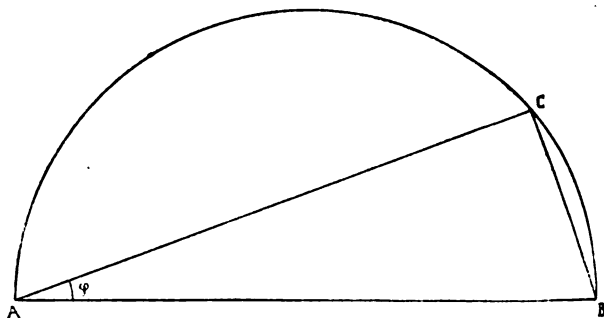


Fig. 2.

quale è ben nota la proprietà di non invertire la marcia se si inverte il senso della corrente. Al motore a corrente continua in serie è perciò applicabile la corrente alternata, purchè tutto il circuito magnetico sia laminato.

Il comportamento teorico del motore, almeno nella sua forma schematica, è semplicissimo. La coppia sviluppata è, come nel motore a corrente continua, proporzionale al prodotto del flusso generato dalle spire d'eccitazione per la intensità della corrente che percorre l'indotto, vale a dire, fin che la saturazione del ferro è trascurabile, proporzionale al quadrato dell'intensità della corrente assorbita.

La tensione applicata AB è eguale e contraria alla risultante di due gruppi di forze elettromotrici, AC e CB (fig. 2); AC è la somma di tutte le forze elettromotrici in fase con la corrente e tra queste la più importante, la forza elettromotrice indotta nell'avvolgimento del rotore per effetto della rotazione,

la quale è proporzionale alla velocità ed al numero di spire del rotore; e poi le forze elettromotrici dovute alle resistenze ohmiche degli avvolgimenti. CB comprende tutte le forze elettromotrici in ritardo di 90° rispetto alla corrente, indotte dalla pulsazione, con la frequenza d'alimentazione, di tutti i flussi eccitati dalla corrente e cioè in primo luogo dal flusso principale, poi dal flusso trasversale generato dalle ampères spire del rotore e da tutti i flussi di dispersione.

Il fattore di potenza è dato dal coseno dell'angolo CAB e dal diagramma risulta evidente che esso sarà tanto migliore quanto più CB sarà piccolo rispetto ad AC .

Convorrà quindi fare CB piccolo e cioè fare in modo che sia piccola la f. e. m. indotta dal flusso principale; questa f. e. m. è proporzionale alla frequenza della tensione d'alimentazione ed al numero delle spire del campo; convorrà quindi che la frequenza sia bassa e infatti questi motori vengono in generale costruiti per 15-25 periodi, e che sia piccolo il numero delle spire necessarie all'eccitazione del campo, ciò che si otterrà riducendo la riluttanza del circuito magnetico (specialmente facendo piccolo l'intraferro).

Nel tratto CB entra anche la f. e. m. indotta dal flusso trasversale; questa può venire molto ridotta o quasi del tutto annullata sia facendo molto grande la riluttanza del circuito magnetico trasversale, sia eccitando in questo circuito un flusso eguale e contrario a quello eccitato dall'indotto mediante un avvolgimento detto di compensazione che può essere in serie col circuito principale (come è indicato nella fig. 4) o che può anche essere costituito da un gruppo di spire in corto circuito.

D'altra parte, per ottenere un buon fattore di potenza, convorrà che il tratto AC sia grande, ciò che si otterrà facendo grande il numero delle spire del rotore e grande la velocità; perciò questi motori vengono costruiti per una velocità normale di funzionamento tre o quattro volte quella di sincronismo.

Un'altra difficoltà si oppone all'impiego di frequenze elevate nell'uso del motore in serie ed è questa, che quanto più alta è la frequenza, tanto più forti sono le correnti indotte dal flusso principale nelle spire chiuse in corto circuito dalle spazzole. Molti sono gli espedienti usati per diminuire l'intensità di questa corrente indotta; alcuni, quali l'uso di spazzole molto strette e resistenti e l'inserzione di resistenze ohmiche nelle connessioni fra l'avvolgimento e le lamelle del collettore, hanno efficacia tanto a motore fermo come a motore in moto, ma ne diminuiscono il rendimento; altri, che consistono soprattutto nel creare un campo trasversale in ritardo di fase rispetto al flusso principale in modo da diminuire con una f. e. m. indotta dalla rotazione delle spire nel campo trasversale quella indotta dalla pulsazione del campo principale, non hanno nessuna azione all'avviamento ed hanno effetto nocivo sul fattore di potenza.

Il motore monofase in serie non può essere costruito praticamente per tensioni molto elevate; generalmente è avvolto per una tensione massima non superiore ai 250 Volt. Il rendimento di un motore monofase serie per trazione di media potenza è 0.87, il fattore di potenza 0.95.

La regolazione della velocità avviene variando la tensione d'alimentazione.

L'equipaggiamento delle vetture comprende uno o più trasformatori dei quali l'avvolgimento primario è direttamente inserito sulla linea e l'avvolgimento secondario è costruito con numerose derivazioni per differenti tensioni. Il controller, oltre che all'inversione di marcia ed all'eventuale scambio di collegamenti fra più motori di una vettura o di un treno, ha l'ufficio di derivare i motori alle diverse tensioni.

Un altro motore che col « monofase in serie » occupa un posto importante nel campo della trazione, è il *motore monofase serie-repulsione* quale venne ideato da Latour e da Winter Eichberg.

Schematicamente e nella disposizione più semplice è rappresentato dalla figura 3. Lo statore senza poli salienti è simile a quello di un motore a in-

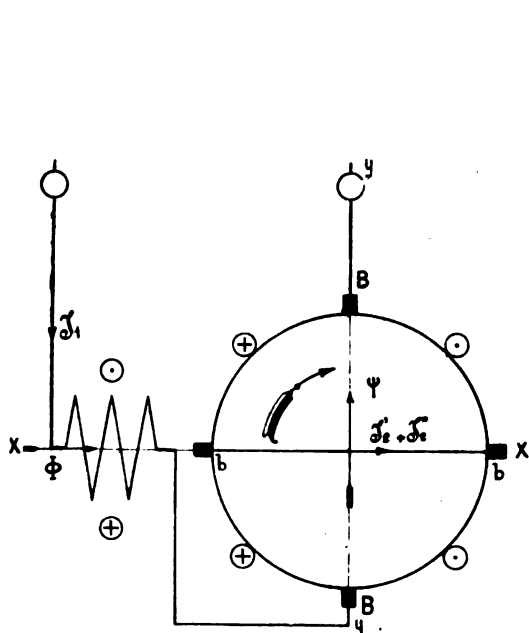


Fig. 3.

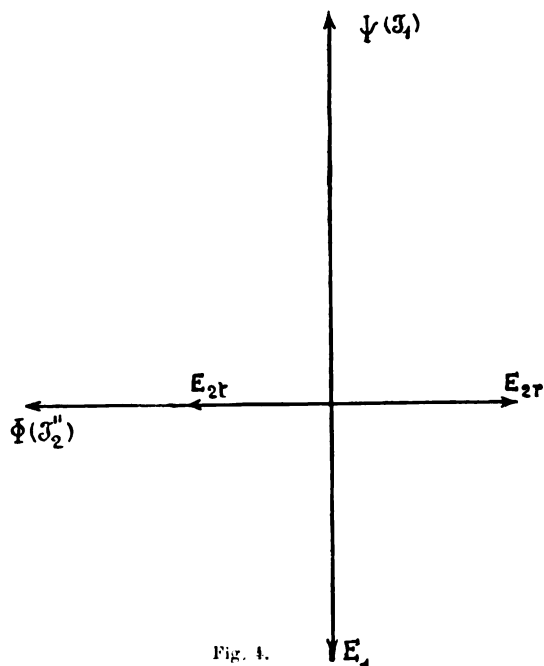


Fig. 4.

duzione con avvolgimento monofase. Il rotore, che porta un avvolgimento a tamburo con collettore come le macchine a corrente continua, è messo in serie con l'avvolgimento dello statore mediante due spazzole BB poste nella zona neutra. Due altre spazzole bb sono a 90° dalle precedenti, cioè sulla mezzaria dell'avvolgimento induttore e collegate fra di loro con un conduttore di piccola resistenza.

La teoria esatta del motore è piuttosto complessa, ma, trascurando l'impedenza propria degli avvolgimenti, si possono facilmente stabilire, sia pure in via approssimativa, le sue proprietà caratteristiche.

L'avvolgimento del rotore chiuso dalle spazzole bb equivale a un gruppo di spire aventi l'asse nella direzione xx . La corrente J_1 che percorre l'avvolgimento induttore, induce in queste spire una corrente J_2 che, per l'ipotesi semplificativa accennata sopra, è a 180° rispetto ad J_1 ed annulla il flusso che

verrebbe eccitato dall'induttore. Inoltre, la stessa corrente J , percorrendo l'indotto fra le spazzole BB eccita un flusso trasversale che indicheremo con ψ avente la direzione dell'asse yy . Così, a motore fermo, la tensione agli estremi dell'avvolgimento induttore è nulla, mentre fra le spazzole BB vi è la tensione corrispondente alla f. e. m. indotta nel rotore dal flusso trasversale ψ che indicheremo con E_{2t} .

A rotore in moto nel gruppo di spire prima considerato chiuso dalle spazzole bb viene indotta una f. e. m. dovuta alla rotazione dei conduttori nel flusso ψ : questa f. e. m. è in fase con ψ , proporzionale alla velocità del motore e genera una corrente J''_2 a 90° in ritardo (fig. 4). Questa corrente J''_2 a sua volta eccita nella direzione xx un flusso Φ a 90° in ritardo rispetto a ψ e di valore tale che indicando con c_1 la frequenza della tensione applicata e con c_2 la frequenza corrispondente al numero dei giri del motore ed al numero dei poli sarà $c_1 \Phi = c_2 \psi$.

Tra le spazzole BB ora alla f. e. m. E_{2t} indotta dalla pulsazione del flusso trasversale se ne aggiunge un'altra dovuta alla rotazione dei conduttori nel flusso Φ ; questa nuova f. e. m. che chiameremo E_{2r} è in opposizione di fase rispetto a Φ ed alla f. e. m. E_{2t} dalla quale quindi si sottrae. Sta la relazione $E_{2t} : E_{2r} = c_1 \psi : c_2 \Phi = c_1^2 : c_2^2$.

Il flusso Φ a sua volta induce nelle spire dello statore una f. e. m. E_1 che risulta in opposizione di fase con J_1 e proporzionale a c_2 e a ψ . Nella figura 4 sono rappresentati vettorialmente i flussi e le f. e. m. in discorso.

Se consideriamo il motore funzionante a intensità di corrente costante (cioè, come vedremo in seguito, a coppia costante) troviamo che all'avviamento è nulla la tensione agli estremi dell'avvolgimento dello statore, e massima invece fra le spazzole BB ; movendosi il rotore, mentre cresce la velocità, aumenta la tensione allo statore e diminuisce quella al rotore, finchè alla velocità corrispondente al sincronismo la tensione al rotore è nulla e tutta la tensione è agli estremi dell'avvolgimento induttore. Di qui risulta una proprietà caratteristica di questo motore, di poter essere trasformato in motore asincrono a induzione quando abbia raggiunto la velocità di sincronismo.

La tensione allo statore, sempre nell'ipotesi semplificativa accennata, è in fase con la corrente, quella alle spazzole è in quadratura; quindi il più alto fattore di potenza si avrà quando quest'ultima è minima, cioè per velocità prossima al sincronismo. A questa velocità particolare, i due flussi Φ e ψ risultano uguali e formano un vero campo rotante e le perdite dovute alle correnti indotte nelle spire chiuse in corto circuito dalle spazzole risultano minime.

La coppia sviluppata dal motore è proporzionale al prodotto del flusso eccitato dalla corrente J_1 che percorre l'induttore per la corrente J_1 stessa che percorre l'indotto fra le spazzole BB e cioè, se la saturazione del ferro è trascurabile, proporzionale al quadrato dell'intensità della corrente assorbita.

L'avvolgimento del rotore è percorso dalla risultante della corrente che si chiude fra le spazzole bb e di quella che lo percorre fra le spazzole BB ; perciò le perdite nel rame del rotore sono maggiori che nel semplice motore in serie a parità di altre circostanze..

La regolazione del motore (fig. 5) viene in generale fatta alimentando il rotore mediante un trasformatore in serie con differenti rapporti di trasformazione, mentre l'avvolgimento dello statore è in serie col primario. La

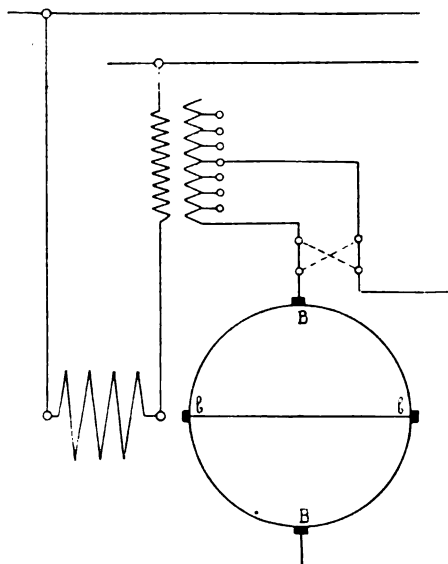


Fig. 5.

inversione di marcia si fa rovesciando il collegamento fra le spazzole *BB* e il trasformatore.

La regolazione avviene anche qui come nel motore in serie, a salti, per mezzo di un controller che inserisce più o meno spire del secondario del trasformatore.

Passiamo ora a trattare un po' più diffusamente del più antico motore monofase, «*il motore a repulsione*» del quale noi studieremo l'applicazione alla trazione sotto la forma datagli da Déri.

Il motore semplice a repulsione, quale venne ideato molti anni sono dal Thomson, è costituito da uno statore simile a quello di un motore monofase asincrono a induzione, alimentato direttamente dalla rete; il rotore è simile a quello di un motore a corrente continua, porta cioè un avvolgimento a tamburo collegato con un collettore: è elettricamente separato dall'avvolgimento dello statore e dalla rete, e un opportuno sistema di spazzole collega diversi punti del collettore.

La figura 6 rappresenta schematicamente un motore a repulsione bipolare: sul collettore sono disposte diametralmente due spazzole collegate mediante un conduttore di debole resistenza. Quando le spazzole sono disposte sul diametro perpendicolare all'asse dell'avvolgimento induttore, il rotore non è percorso da corrente, la coppia è nulla e lo statore assorbe solo la corrente magnetizzante.

Se le spazzole vengono spostate da questa zona, il rotore è percorso da corrente, la quale produce un flusso nella direzione xx e per l'azione reciproca dei due flussi dello statore e del rotore che tendono a disporsi perpendicolarmente uno all'altro, esso è soggetto a una coppia avente direzione contraria allo spostamento, la quale viene ad assumere il valore massimo per uno spostamento un po' minore di 90° da una parte e dall'altra.

Il motore a repulsione tipo Déri, differisce da quello sopradescritto per la disposizione delle spazzole e cioè esso porta, come nella disposizione schematica della fig. 7, una coppia di spazzole diametrali aa' fisse nella mezzaria

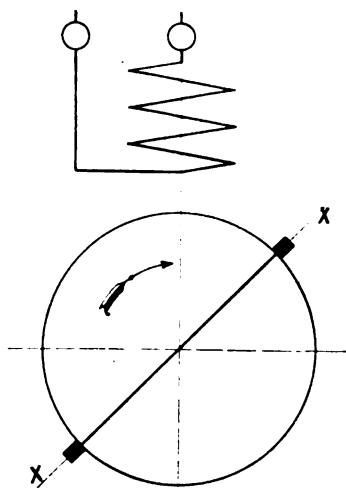


Fig. 6.

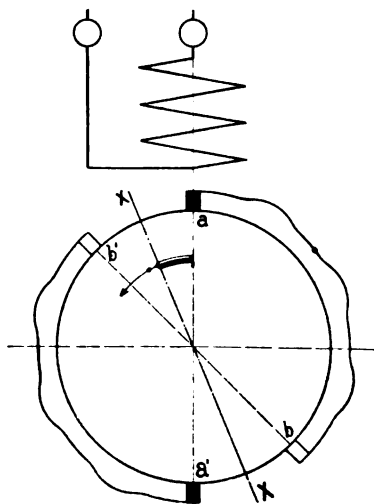


Fig. 7.

dell'avvolgimento induttore e una coppia di spazzole mobili bb' pure diametrali; ciascuna delle fisse è collegata con un cavo di piccola resistenza con una delle mobili, nella figura a con b , a' con b' . Quando la posizione delle spazzole mobili coincide con quella delle spazzole fisse rispettivamente collegate cioè b si trova nella stessa posizione di a , b' in quella di a' , il rotore non è percorso da corrente, la coppia è nulla e lo statore assorbe solo la corrente magnetizzante.

Spostando le spazzole mobili, allontanando cioè b da a e b' da a' , le spire del rotore comprese nei tratti ab e $a'b'$ vengono percorse da corrente, il rotore viene magnetizzato nella direzione trasversale xx ed analogamente come nel motore a repulsione semplice, si sviluppa una coppia di direzione contraria a quella dello spostamento: il massimo valore utile di questa, tanto da una parte che dall'altra rispetto alle spazzole fisse è un po' minore di 180° ; portando le spazzole a 180° dalle fisse, la coppia si annulla e il motore si comporta come una bobina a induzione.

Il motore a repulsione Déri presenta sul motore a repulsione semplice diversi vantaggi. Siccome nel motore Déri alla massima variazione di velocità corrisponde uno spostamento delle spazzole doppio di quello del motore a repulsione semplice, ne viene che è possibile ottenere nel primo, per quanto

riguarda la regolazione della velocità, una precisione e una sensibilità maggiore che nel secondo. Inoltre nel primo motore ciascuna spazzola porta metà della corrente del secondo, da ciò ne deriva la possibilità di ridurre in esso la lunghezza del collettore rispetto all'altro.

La commutazione della corrente si compie poi nel motore Déri in condizioni migliori che nel motore a repulsione semplice perchè, mentre in quest'ultimo la corrente delle spire del rotore si inverte quando le lamelle corrispondenti del collettore passano sotto le spazzole, nel primo invece la va-

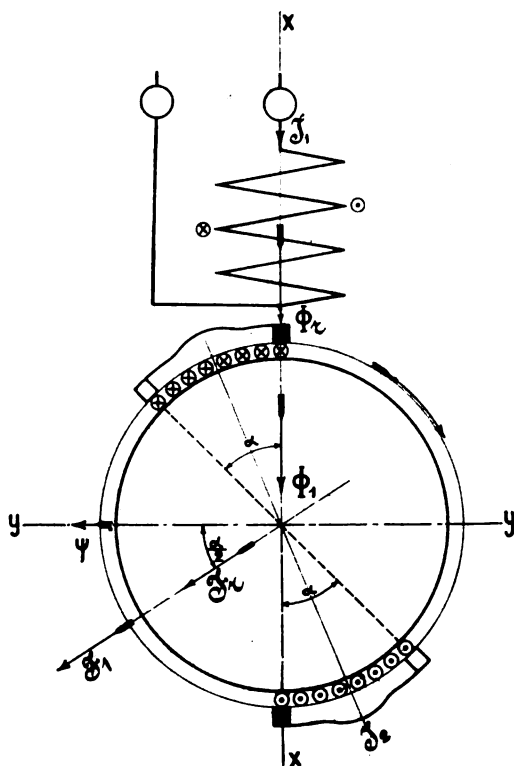


Fig. 8.

riazione della corrente avviene dal valore dell'intensità nell'istante della commutazione a zero o viceversa e quindi la commutazione è più facile. Da ultimo, noto la possibilità del motore Déri di mantenere lo statore sotto corrente con le spazzole nella posizione di coppia nulla, ciò che non è possibile invece per l'altro motore, causa le correnti che verrebbero indotte nelle spire messe in corto circuito dalle spazzole.

Salvo queste differenze, che spiegano il notevole sviluppo avuto dal motore Déri in confronto dall'altro, le caratteristiche elettriche dei due motori sono molto simili. Nelle considerazioni seguenti mi riferirò allo schema Déri che è quello seguito nella costruzione dei motori di alcuni impianti di trazione che descriverò più tardi.

Consideriamo per semplicità il motore bipolare quale è rappresentato schematicamente nella figura 8. Ivi è indicato con xx l'asse dell'avvolgimento in-

duttore, con yy l'asse ad esso perpendicolare. Indico con I_1 l'intensità della corrente assorbita dallo statore; I_2 l'intensità della corrente indotta nelle spire attive del rotore, cioè in quelle che vengono chiuse in corto circuito dalle spazzole; le altre spire non sono percorse da corrente. Nella figura sono schematicamente rappresentate le sole spire attive ed è indicata la direzione positiva degli avvolgimenti.

Noto inoltre: con Φ_1 il flusso eccitato da I_1 e con Φ_r il flusso risultante nella direzione xx : con F_1 il flusso eccitato da I_2 nelle spire del rotore nella direzione del loro asse, e con F_r il flusso risultante nella stessa direzione.

Le spazzole mobili sieno spostate dell'angolo α rispetto alle fisse: l'asse del gruppo di spire attive risulta allora spostato dell'angolo $\alpha/2$ rispetto alla direzione yy .

Poichè non è il caso qui di esporre una teoria completa del motore a repulsione che riuscirebbe alquanto complessa, trascuro la reattanza propria dei circuiti induttori ed indotto e le loro resistenze ohmiche. Risulta allora facile costruire un diagramma circolare che rappresenta in modo molto semplice il funzionamento del motore nelle diverse condizioni di carico per un dato spostamento delle spazzole mobili e per una costante tensione di alimentazione.

Nell'ipotesi semplificativa ora accennata, il flusso risultante nelle spire

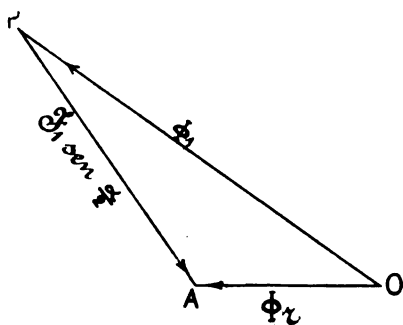


Fig. 9.

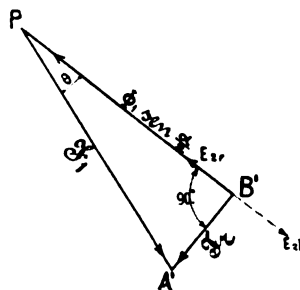


Fig. 10.

dello statore è costante, poichè deve indurre in queste una *f. e. m.* eguale e contraria alla tensione applicata, inoltre è:

$$\Phi_r = \Phi_1 + F_1 \text{ sen } \frac{\alpha}{2} \quad (\text{fig. 9}).$$

d'altra parte, il flusso risultante nella direzione dell'asse delle spire del rotore è dato da:

$$F_r = \Phi_1 \text{ sen } \frac{\alpha}{2} + F_1 \quad (\text{fig. 10}).$$

Possiamo ridurre il flusso totale risultante dall'eccitazione delle ampérspire dello statore e da quelle del rotore a due componenti ortogonali: una

e quindi:

$$BO = \Phi_1 \cos^2 \frac{\alpha}{2}.$$

Essendo OA costante, B dovrà trovarsi su un arco di cerchio che ha per diametro OA e poichè il rapporto $\frac{OP}{OB}$ è costante, anche il punto P si troverà su un arco di cerchio avente per diametro $OP_k = \frac{OA}{\cos^2 \frac{\alpha}{2}}$. (fig. 11).

Passando dal diagramma dei flussi a quello delle correnti, per un dato spostamento delle spazzole mobili, il vettore OP rappresenta nelle varie condizioni di carico l'intensità della corrente assorbita dal motore, OA rappresenta la corrente magnetizzante necessaria ad eccitare il flusso Φ_r , in altre parole la corrente assorbita dal motore per $\alpha = 0$. Inoltre se si può ritenere trascurabile la saturazione del circuito magnetico trasversale, nel quale, al contrario di quanto avviene pel circuito principale, il flusso varia di fase e di valore col variare del carico, allora il vettore PA è proporzionale alla corrente indotta nelle spire attive del rotore. Questo diagramma costituisce un mezzo assai semplice per studiare la variazione dei vari elementi; corrente,

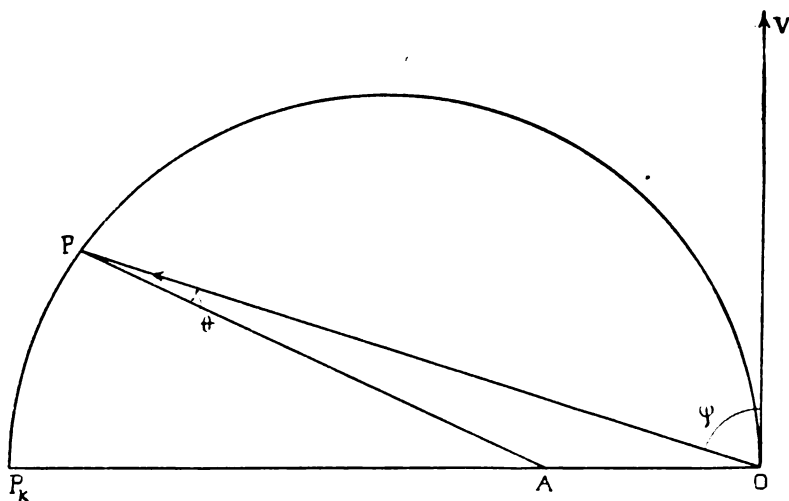


Fig. 12.

velocità, coppia, fattore di potenza, in dipendenza tra di loro e dello spostamento delle spazzole e per una tensione fissa applicata allo statore.

Abbiamo veduto che OP rappresenta la corrente assorbita dal motore, il suo spostamento angolare rispetto alla tensione è dato dall'angolo $\angle \hat{OP}$ perchè il vettore OV perpendicolare ad OA rappresenta appunto la tensione applicata (fig. 12).

Dalla considerazione delle due f.e.m. di rotazione e di trasformazione E_{2r} e E_{2t} è facile ricavare dal diagramma la velocità del motore: infatti essendo per quanto si è detto E_{2r} eguale e opposta di fase a E_{2t} si ha

$$c_2 \Phi_1 \cos \frac{\alpha}{2} = c_1 F_r$$

e quindi

$$c_2 = c_1 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \frac{F_r}{\Phi_1 \operatorname{sen} \frac{\alpha}{2}}$$

Indicando con Θ l'angolo $B' \hat{P} A'$ della fig. 10 che è poi l'angolo $O \hat{P} A$ del diagramma circolare è

$$\operatorname{tg} \Theta = \frac{F_r}{\Phi_1 \operatorname{sen} \frac{\alpha}{2}}$$

quindi

$$c_2 = c_1 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \operatorname{tg} \Theta$$

cioè la velocità di rotazione del motore è proporzionale (sempre per un dato spostamento delle spazzole) alla tangente dell'angolo Θ .

A motore fermo la corrente assorbita è rappresentata da OP_k , ha cioè il massimo valore; crescendo la velocità il punto P si sposta da P_k verso l'origine O per il semicerchio superiore, l'intensità della corrente diminuisce, mentre cresce il fattore di potenza, finchè quando viene a coincidere con O la velocità è infinitamente grande, la corrente teoricamente nulla ed il fattore di potenza ha il valore 1.

La coppia sviluppata elettricamente dal motore è proporzionale al prodotto dei tre termini, flusso Φ_1 , corrente I_2 e coseno dell'angolo tra i vettori che li rappresentano.

Nel diagramma la coppia risulta proporzionale al prodotto di OP per la proiezione di AP su OP cioè al prodotto $OP \cdot BP$ e poichè il rapporto tra OP e BP per α costante, è costante, la coppia risulta proporzionale al quadrato del vettore OP , cioè al quadrato dell'intensità della corrente assorbita.

Ciò vale però finchè la saturazione del circuito magnetico trasversale è trascurabile: accentuandosi questa la coppia cresce meno rapidamente del crescere della corrente assorbita e tende a variare linearmente con questa.

Un'altra considerazione utile ad illustrare il funzionamento del motore a repulsione è quella relativa al flusso trasversale. Scomponiamo il flusso risultante in una componente Φ_r secondo l'asse xx e nella componente ψ secondo l'asse yy che sarà eguale a $F_1 \cos \frac{\alpha}{2}$.

Nel diagramma circolare ψ è proporzionale a PA e più precisamente è misurato dal segmento PA letto nella scala dei flussi e diviso per $\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$. All'avviamento è ψ in opposizione di fase rispetto a Φ_r e variando α è proporzionale a $\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$. Alla velocità di sincronismo cioè quando $c_2 = c_1$ e quindi $\operatorname{tg} \Theta \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = 1$ e Θ è complementare di $\frac{\alpha}{2}$, si dimostra facilmente che nel dia-

gramma PA risulta perpendicolare ad OA ed eguale ad $OA \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$, vale a dire il flusso trasversale ψ risulta eguale in valore al flusso Φ_r , ma in ritardo di fase di 90° rispetto a questo.

Il sistema dei flussi Φ_r e ψ dà luogo in questo caso ad un vero campo rotante con velocità angolare eguale a quella del rotore. Questa circostanza ha grande valore nei riguardi delle perdite al collettore e nelle spire chiuse in corto circuito nell'atto in cui due lamelle consecutive vengono a trovarsi sotto la medesima spazzola. Le correnti ivi indotte e quindi le perdite relative si riducono a zero a questa velocità di sincronismo, e risultano molto piccole per velocità prossime ad essa.

Per questa ragione i motori a repulsione sono in generale progettati per un numero di giri eguale a quello di sincronismo e pure per questa ragione è

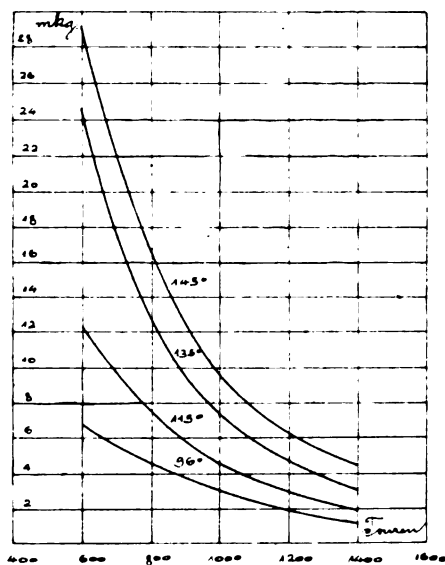


Fig. 13.

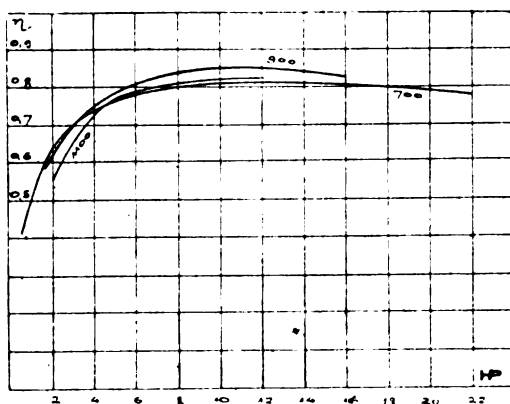


Fig. 14.

possibile il loro impiego con le frequenze normali degli impianti industriali, cioè di 42-50 periodi al secondo.

Crescendo ancora la velocità del motore oltre al sincronismo, il ritardo del flusso trasversale ψ rispetto al flusso principale Φ_r diminuisce fino a divenire teoricamente in fase con questo a velocità infinitamente grandi.

Riassumendo, per tensione costante e per uno spostamento delle spazzole mobili pure costante, le caratteristiche fondamentali del motore a repulsione sono le seguenti: all'avviamento la coppia sviluppata e la corrente assorbita sono massime, mentre il fattore di potenza per le ipotesi semplificative adottate è nullo; crescendo la velocità, diminuisce la coppia e la corrente assorbita, mentre il fattore di potenza si eleva per diventare teoricamente eguale all'unità per velocità infinitamente grandi. Alla velocità di sincronismo si hanno condizioni particolarmente favorevoli sia riguardo al rendimento, sia riguardo al comportamento del collettore.

I seguenti diagrammi determinati sperimentalmente varranno a dimostrare ancor meglio il funzionamento del motore Déri: essi si riferiscono ad un motore da 10 HP. 6 poli 50 periodi alimentato a tensione costante.

La figura 13 dà la variazione della coppia in funzione della velocità per differenti valori dello spostamento delle spazzole. Le figure 14-15 danno i valori del rendimento e del fattore di potenza a diverse velocità, pure in funzione della potenza resa (la velocità di sincronismo era di 1000 giri).

La figura 16 rappresenta invece la coppia d'avviamento di un motore da 8 HP. in differenti posizioni delle spazzole; essa aumenta lentamente dapprima

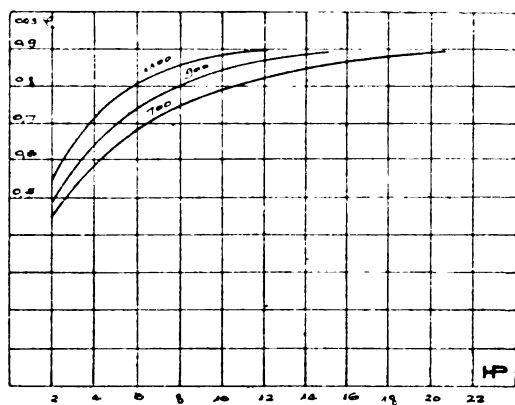


Fig. 15.

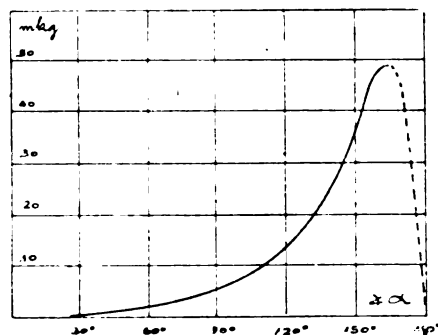


Fig. 16.

con l'aumentare di α , quindi più rapidamente fino a raggiungere un massimo per $\alpha = 150 - 160^\circ$, poi diminuisce molto rapidamente fino al valore zero per $\alpha = 180^\circ$; a motore in moto a velocità costante, la variazione della coppia in funzione di α è rappresentata da un diagramma avente andamento analogo che a motore fermo.

Tutti questi diagrammi si riferiscono a funzionamento con tensione costante: dal diagramma circolare si vede facilmente che tanto la coppia massima quanto la potenza massima che il motore può sviluppare sono entro certi limiti proporzionali al quadrato della tensione d'alimentazione, proprietà questa comune a tutti i motori a induzione.

Diamo ora un cenno sulle principali particolarità costruttive dei motori Déri quali vengono applicati nell'industria nei molti casi in cui occorrono motori aventi le caratteristiche di motori in serie o motori a velocità variabile in modo continuo.

La parte attiva del ferro dello statore è laminata e costruita con una fatura uniforme del tutto simile a quella dei motori normali ad induzione. L'avvolgimento monofase risulta semplicissimo e di facile costruzione anche per tensioni elevate, essendo privo di incroci fra bobine e collegamenti: di regola vengono avvolti solo i fori esterni per ogni passo polare e sono lasciati vuoti i fori interni nei quali le spire sarebbero meno efficaci.

La figura 17 rappresenta lo statore di un motore a 6 poli avvolto per 560 Volts.

Il rotore è costruito come l'indotto delle macchine a corrente continua con avvolgimento a tamburo ed è privo di resistenze fra avvolgimento e collettore: per potenze appena superiori ai 2 HP. l'avvolgimento è a sbarre e quindi meccanicamente molto robusto.

La tensione indotta nel rotore è raramente superiore ai 100 Volts a vuoto e decresce a carico fino a valori molto bassi (circa 10 Volts); ciò dà al motore una grande sicurezza d'esercizio e permette la regolazione delle spazzole in servizio. Poichè come si è già dimostrato, alla velocità di sincronismo il rotore ruota in un campo rotante con pari velocità, le perdite nel ferro dell'indotto sono in questo caso nulle e molto piccole risultano a velocità prossime al sincronismo. La saturazione del ferro può quindi essere notevole, con che risulta molto facile costruire il rotore con abbondanti canali di ventilazione

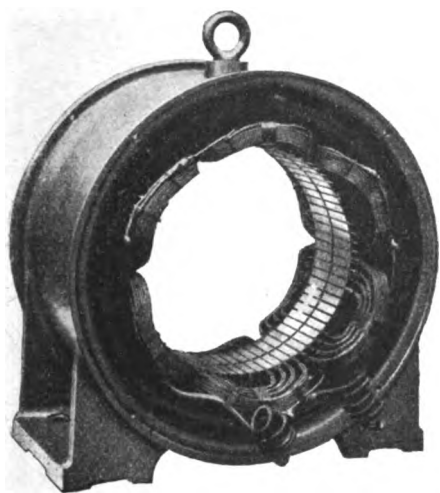


Fig. 17.

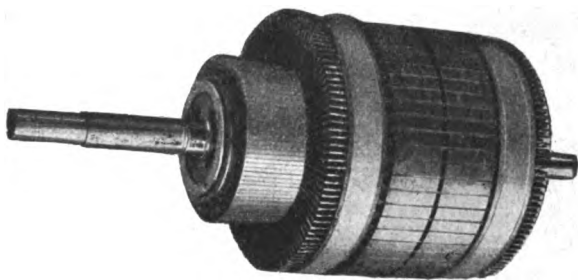


Fig. 18.

senza perciò aumentare le dimensioni di tutto il motore. La figura 18 rappresenta il rotore di un motore a 6 poli.

Un particolare molto importante è la disposizione delle spazzole. I portaspazzole fissi sono montati su di un anello fissato al coperchio o alla carcassa dello statore: i portaspazzole mobili sono montati su di un anello girevole in una scanalatura praticata nel coperchio: il movimento di questo anello può essere fatto direttamente oppure a distanza per mezzo di ingranaggi e catene. Le spazzole fisse che si trovano sotto poli di eguale nome sono raggruppate in parallelo ed il gruppo collegato mediante un cavo flessibile al gruppo di spazzole mobili omonime.

Se è richiesto un solo senso di rotazione, il collettore è largo quanto i portaspazzole fissi e le spazzole mobili si muovono sul collettore nello spazio tra due spazzole fisse; se sono richiesti due sensi di rotazione, si dà al collettore larghezza doppia, in modo che le spazzole mobili scorrono su una superficie diversa dalle fisse e possono portarsi da una parte o dall'altra di queste.

Le seguenti figure rappresentano alcune delle diverse forme nelle quali

vengono normalmente costruiti i motori Déri e valgono a dare un'idea dei molteplici loro usi. La fig. 19 rappresenta un motore costruito per il comando di un ring.; è completamente chiuso e riceve l'aria necessaria alla ventilazione

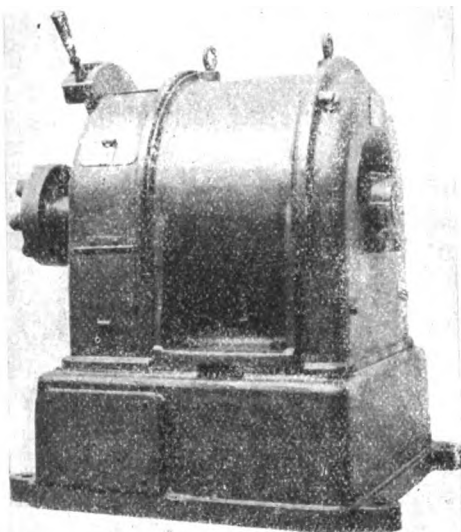


Fig. 19.

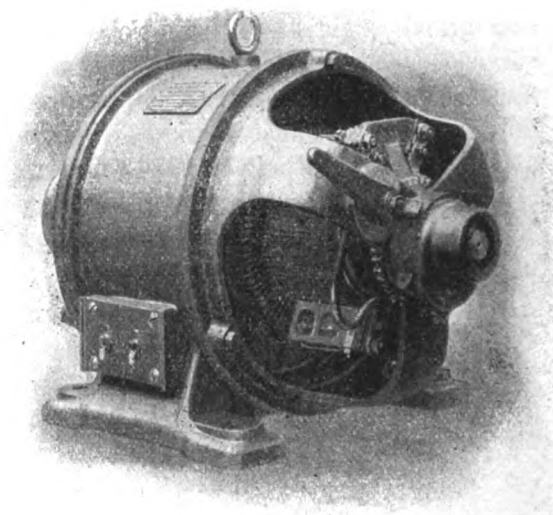


Fig. 20.

da canali sotterranei disposti lungo la sala e richiamata da un ventilatore interno.

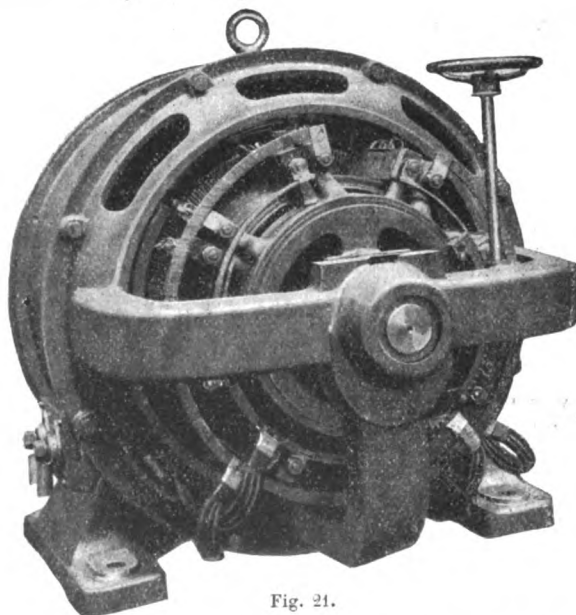


Fig. 21.

La fig. 20 rappresenta un motore normale da 3 HP. a 750 giri nel quale è notevole il numero ridotto delle spazzole (quattro invece di dodici).

La fig. 21 mostra invece un motore da 50 HP. a 50 periodi, nel quale

il comando delle spazzole mobili è fatto mediante un ingranaggio e vite senza fine.

Accennerò infine al motore risultante dall'accoppiamento di due motori monofasi i cui avvolgimenti induttori sono costruiti in modo da costituire un motore trifase. Questo si presta bene specialmente per grandi potenze ed ha trovato impiego per apparecchi di sollevamento nelle miniere e negli alti forni. Le caratteristiche essenziali sono ancora quelle del motore monofase.

Determinate così le proprietà fondamentali del motore monofase a repulsione Déri passiamo a studiarne l'applicazione al servizio trazione. A questo scopo occorre prendere in considerazione vari elementi, dei quali i più importanti sono la caratteristica meccanica (relazione fra velocità e coppia) il sistema di avviamento e di regolazione della velocità, il rendimento, il fattore di potenza ed il peso.

La caratteristica meccanica del motore monofase Déri è simile a quella di tutti i motori eccitati in serie e cioè per una posizione dell'e spazzole costante (fig. 26) la velocità diminuisce col crescere della coppia: a diverse posizioni delle spazzole corrispondono diverse caratteristiche, in modo analogo che alle diverse posizioni del trasformatore di regolazione di un motore in serie. Se la velocità è costante la coppia cresce col crescere dello spostamento delle spazzole e questo aumento è tanto maggiore quanto minore è il numero dei giri: la massima coppia si ha a motore fermo. Sotto questo riguardo il motore Déri condivide per il servizio trazione col motore serie a corrente continua e con gli altri monofasi sopra descritti i vantaggi della caratteristica serie, primo fra questi quello che diminuendo la velocità col crescere dello sforzo resistente, tende automaticamente a stabilirsi una regolazione del consumo.

L'avviamento e la regolazione della velocità si ottiene nel motore Déri con lo spostamento delle spazzole ed è questo il punto capitale che lo caratterizza dagli altri motori.

Nell'equipaggiamento con motori a corrente continua l'avviamento viene ottenuto con l'inserzione di resistenze nelle quali va dissipata dell'energia: le velocità economiche, quelle cioè per le quali non si ha nessuna perdita negli apparecchi di regolazione, sono in numero limitato, nel sistema più usato serie parallelo sono due sole.

Nella trazione col motore monofase o col Winter Eichberg la regolazione della velocità viene ottenuta variando la tensione d'alimentazione dei motori. Per ciò è necessario installare sulla vettura, qualunque sia la tensione della linea di contatto, un trasformatore provvisto di diversi attacchi secondari, riunire questo, a mezzo di condutture ad un apparecchio centrale, il quale, in comunicazione a mezzo di altre condutture coi motori della vettura, ha l'ufficio di inserirli alla tensione corrispondente alle condizioni di marcia. Il comando di questo apparecchio nelle vetture automotrici di media potenza può venire fatto direttamente o a mezzo di una semplice trasmissione mec-

canica; nelle locomotive per grande trazione quell'apparecchio assume grandi dimensioni e la sua manovra deve venire fatta indirettamente con comando elettrico o pneumatico: ciò apporta naturalmente una grande complicazione nell'equipaggiamento e richiede per la sicurezza del servizio una manutenzione molto accurata e pesante. Le difficoltà incontrate a questo riguardo hanno persuaso alcune case costruttrici a sostituire in locomotive di grande potenza al trasformatore un regolatore a induzione, il quale permette di variare la tensione in modo continuo, e ciò quantunque tale sistema abbia per effetto di aumentare considerevolmente il peso dell'equipaggiamento.

Nella trazione col motore a repulsione Déri la regolazione della velocità viene ottenuta in un modo molto semplice e tale da garantire la massima sicurezza dell'esercizio; gli organi relativi si riducono ad una semplice trasmissione meccanica, che permette dal posto di comando di spostare in un senso o nell'altro le spazzole dei motori. Se la tensione non è troppo elevata, il motore viene inserito direttamente sulla linea di contatto senza necessità di un trasformatore intermedio, scompaiono le resistenze, i controller, i trasformatori di regolazione degli altri sistemi, ciò che ha per effetto di ridurre notevolmente il peso dell'equipaggiamento: il rendimento del sistema è migliore mancando le perdite nelle resistenze all'avviamento e quelle nel trasformatore.

Se la linea di contatto ha tensione elevata (maggiore di 1500 Volt) è necessario anche nel nostro caso installare un trasformatore riduttore, ma il secondario di questo è attaccato direttamente al motore senza complicati apparecchi, l'equipaggiamento anche in questo caso è assai semplice, la manutenzione è minima.

La regolazione della velocità non avviene a salti, ma in modo del tutto graduale; il motore possiede infinite caratteristiche ed il manovratore può sempre con lo spostamento delle spazzole adattare senza brusche variazioni la velocità della vettura alle condizioni della linea, in modo da ottenere uniformità nel consumo.

Il rendimento dei motori a repulsione Déri per servizio trazione è all'incirca eguale a quello degli altri motori monofasi a collettore: porto come esempio i diagrammi della fig. 27 che danno il rendimento dei motori da 25 HP delle tramvie di Parma dai quali risulta, proprietà importante per motori destinati al servizio trazione, che il rendimento si mantiene pressochè costante per variazioni entro larghi limiti della coppia e della velocità: per i motori a 90 HP 450 giri dello stesso tipo coi quali è equipaggiata la ferrovia Martigny-Osières il rendimento raggiunge il valore di 0,88.

Come negl'i altri monofasi anche in questi il rendimento è leggermente inferiore a quello di motori a corrente continua di eguale potenza e ciò specialmente in causa delle perdite di magnetizzazione del ferro statore che mancano nel motore a corrente continua: nel motore Déri questa inferiorità è in parte annullata dalle minori perdite nell'avviamento causa l'assenza delle resistenze d'avviamento per modo che il rendimento medio resta all'incirca lo stesso.

Il fattore di potenza dei motori Déri per trazione è basso, all'avviamento e sale rapidamente col crescere dei giri fino a raggiungere valori oltre 0,90 per velocità vicine al sincronismo: valgano come esempio i diagrammi del

motore da 25 HP delle tramvie di Parma (fig. 26) dai quali si rileva che il fattore di potenza raggiunge il valore di 0,92.

Il peso dei motori Déri per trazione è come per gli altri monofasi superiore del 10-15 % a quello di motori di egual potenza a corrente continua, e ciò specialmente per due cause: nei motori monofasi si è costretti per non avere perdite eccessive a dare al ferro dello statore una saturazione minore che non nei motori a corrente continua, inoltre in questi ultimi la carcassa in acciaio viene utilizzata per il passaggio del flusso, ciò che non si può fare nei primi.

Questo maggior peso è però nel motore Déri in parte compensato dal minor peso dell'equipaggiamento mancando le resistenze d'avviamento e i controller. Come dato in merito citerò il peso unitario dei motori da 25 HP delle tramvie di Parma che è di 41 Kg. per HP compresi gli ingranaggi: altri dati di peso si possono rilevare dalla tabella più avanti, nella quale sono riportati i dati dell'equipaggiamento elettrico di diversi impianti di trazione monofase Déri.

Il motore Déri possiede poi alcune caratteristiche speciali che possono essere utili nella sua applicazione alla trazione e accenno fra queste alla possibilità di essere alimentato a tensioni anche elevate (1000-3000 Volts) essendo l'avvolgimento del rotore del tutto indipendente dallo statore, ciò che è vantaggioso per il minor costo della linea di contatto, pur restando invariato il peso dell'equipaggiamento: la tensione che si ha nella parte rotante sia all'avviamento come in marcia è assai bassa, e ciò è una garanzia per la sicurezza dell'esercizio. Altra caratteristica speciale è quella che esso può venire mantenuto qualche tempo nella posizione zero (spazzola fissa e mobile collegate avvicinate) senza interrompere il circuito principale e senza che con ciò si verifichi un eccessivo consumo di corrente e di energia ed infatti in queste condizioni il motore assorbe dalla rete solamente la corrente magnetizzante.

Per quanto riguarda la frequenza da adottarsi per il motore a repulsione Déri per servizio di trazione, dirò, che mentre per il motore serie si conviene oggi dai più che la frequenza più conveniente sia quella di 15 periodi per il motore a repulsione come pure per il motore Winter Eichberg per ragioni complesse che sarebbe lungo esporre qui, risulta più conveniente una frequenza più alta: generalmente si adotta quella di 25: del resto il motore a repulsione non è vincolato ad una bassa frequenza, per la ragione detta poc'anzi che, lavorando esso in sincronismo le perdite alle spazzole e lo scintillio sono nulli anche per frequenze elevate: ed è possibile costruire tali motori per servizio di trazione anche per frequenza di 42 e 50: dalla ditta Brown-Boveri vennero costrutte locomotive da miniera equipaggiate con motore Déri da 15 HP 600 giri, 50 periodi; il peso di questi motori è del 25 % inferiore a quello di motori a 25 periodi di eguale potenza e velocità: il rendimento è lo stesso.

Ora ad illustrare le proprietà suddette del motore Déri io descriverò qui sotto l'equipaggiamento elettrico delle tramvie urbane della città di Parma costruito dal Tecnomasio Brown-Boveri di Milano.

L'adozione del sistema monofase per queste tramvie urbane oltre che dalle

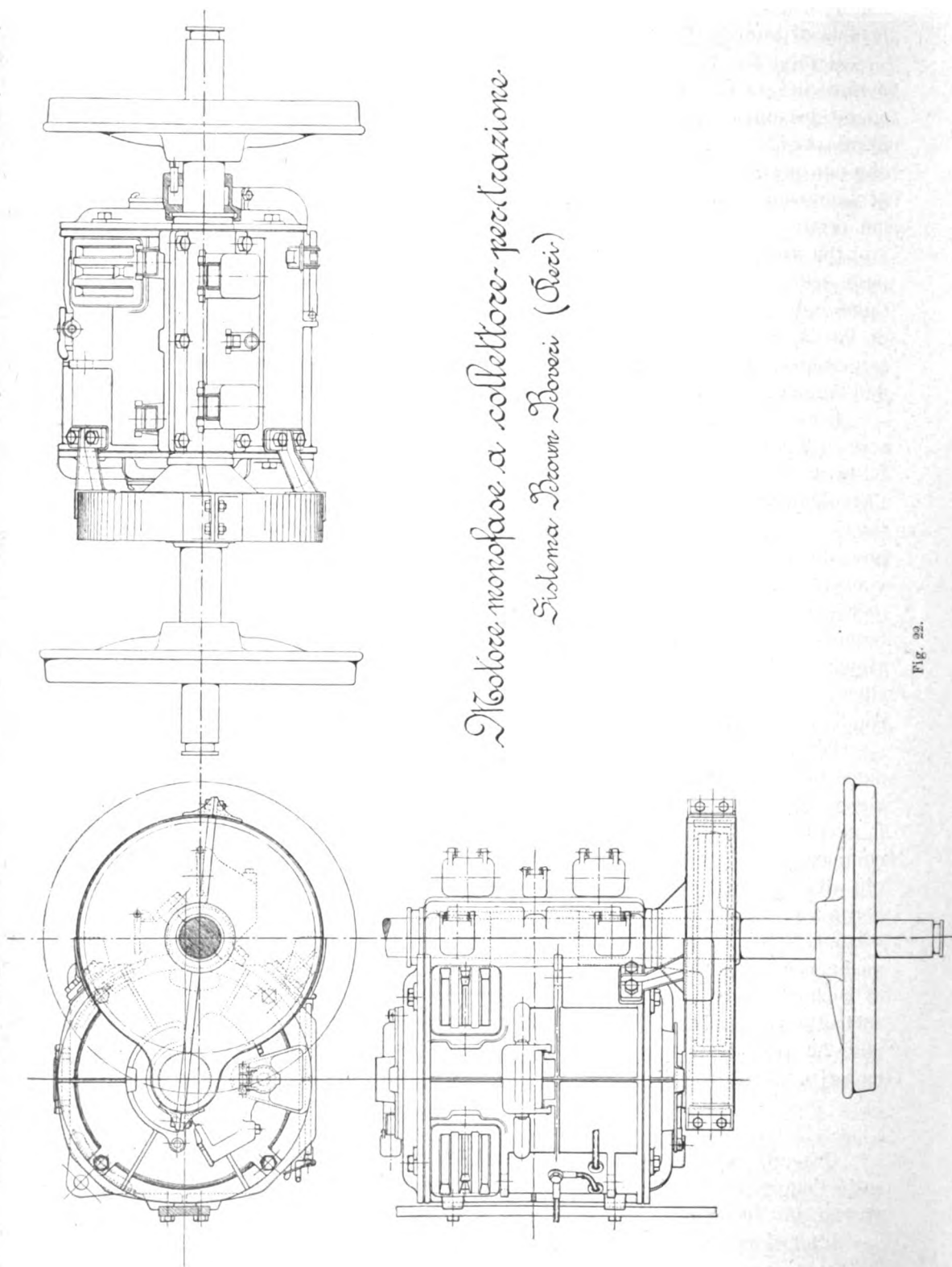


Fig. 22.

proprietà intrinseche del sistema venne determinata anche dalle condizioni speciali dell'impianto. Insieme alle tramvie urbane si progettò la costruzione di alcune linee suburbane di notevole lunghezza, come la Parma-Marzolarà di 26 Km. e per queste il sistema monofase con alta tensione sulla linea di contatto si imponeva in modo indiscutibile (allora il sistema a corrente continua ad alta tensione non poteva entrare in competizione non avendo raggiunto il progresso attuale): venne scelta pertanto per le linee suburbane il sistema monofase con tensione di 4000 Volt e frequenza di 25 periodi e per non complicare l'impianto di produzione dell'energia con sottostazioni di convertitori rotanti si scelse pure il sistema monofase per le tramvie urbane riducendo la tensione a 400 Volts in quattro sottostazioni statiche. Il diagramma poi di carico delle tramvie urbane di Parma è assai regolare, non essendovi forti salite ed il servizio essendo intenso, per modo che la mancanza di una batteria di repulsione non viene fortemente sentita.

La dotazione delle tramvie comprende 36 vetture, delle quali 20 equi-

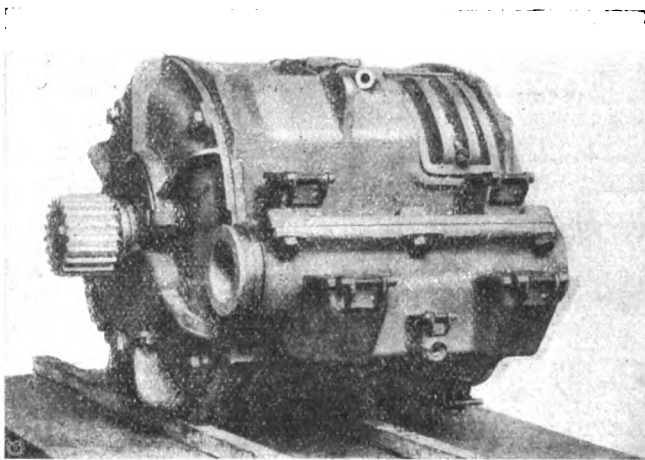


Fig. 21.

paggiate ciascuna con due motori monofasi Déri da 20 HP di potenza oraria, 420 giri, 400 Volt, 6 poli, 10 previste pel servizio con rimorchio equipaggiate con due motori da 25 HP di potenza oraria, 500 giri, 400 Volt, 6 poli e 6 vetture rimorchiate.

I motori sono montati col solito sistema di sospensione elastica al truck della vettura e comandano gli assi motori a mezzo di ingranaggi: la sospensione è fatta in modo da avvicinare il più possibile l'asse di sospensione all'asse del motore stesso in modo da far gravare il meno possibile il peso del motore sugli assi riducendo assai il consumo dei cuscinetti d'appoggio. Il rapporto degli ingranaggi è di 1:4,4 per modo che essendo il diametro della ruota di 838 mm. alle velocità normali dei motori di 420 e 500 giri corrispondono velocità della vettura rispettivamente di 15 e 18 Km. all'ora.

Le fig. 22 e 23 rappresentano uno dei motori da 20 HP: sono del tipo completamente chiuso con aperture per poter ispezionare da qualunque parte le spazzole e il collettore: i supporti formano corpo coi coperchi, sono muniti di lubrificazione a stoppaccio, e sono provvisti di aperture per la verifica dell'intraferro.

La fig. 24 rappresenta l'interno di un motore da 20 HP: lo statore con carcassa in acciaio a fori semiaperti porta un'avvolgimento monofase a 6 poli a bobine simile a quello dei motori Déri costruiti per l'industria: il rotore è provvisto di 12 portaspazzole, 6 fissi montati sopra un anello fissato alla carcassa del motore, 6 mobili fissati ad un altro anello montato su un collare interno al coperchio, il quale può girare intorno a questo ed è comandato dall'esterno per mezzo di una ruota dentata e vite senza fine.

In questi motori le spazzole fisse e mobili vengono a trovarsi sopra superficie diverse del collettore e la marcia in avanti e indietro si ottiene sem-

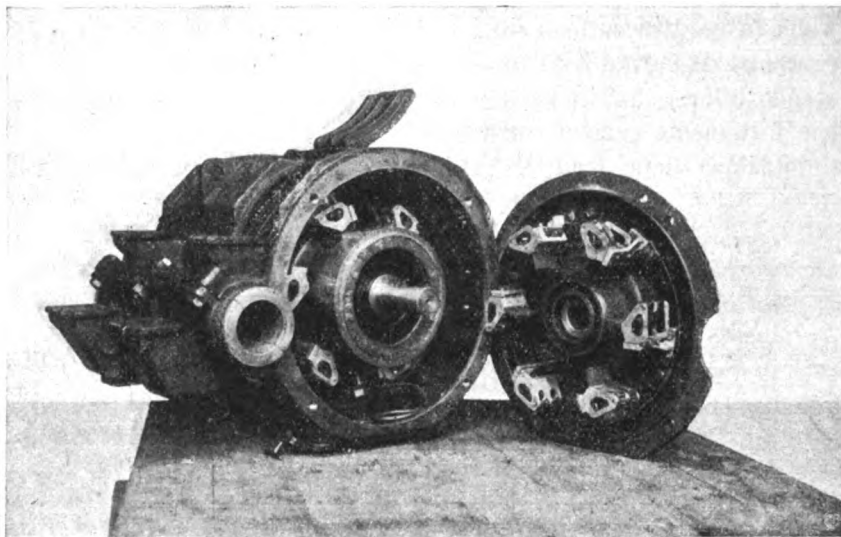


Fig. 24.

plicemente spostando le spazzole mobili da una parte e dall'altra delle spazzole fisse.

Questa semplice disposizione, che necessita una maggiore lunghezza del collettore, si è potuta adottare per i motori di Parma perchè lo permetteva lo scartamento: per scartamenti minori i due sistemi di spazzole si potranno disporre sulla medesima superficie e la rotazione in un senso o nell'altro si otterrà rendendo mobile un sistema o l'altro di spazzole: naturalmente questo sistema si potrà usare anche nelle tramvie a scartamento normale per motori di grande potenza.

I dati principali dei motori sono i seguenti:

Motori da 20 HP: diametro esterno massimo della carcassa 590 mm.; lunghezza del motore (compreso l'ingranaggio) 830 mm.; diametro del rotore 380 mm.; peso del motore con pignone senza ingranaggio 820 Kg.; idem con ingranaggio e relative calotte di protezione 947 Kg.

Motore da 25 HP (1): diametro esterno massimo della carcassa 680 mm.;

(1) Dalle prove di questi motori è risultato che effettivamente la loro potenza oraria per una sopraelevazione di temperatura di 75° è di 30 HP.

lunghezza del motore (compreso l'ingranaggio) 960 mm.; diametro del rotore 430 mm. peso del motore con pignone senza ingranaggio 1000 Kg.; idem con ingranaggio e calotta 1127 Kg.

Devo qui notare che i motori da 20 HP erano stati dapprima progettati

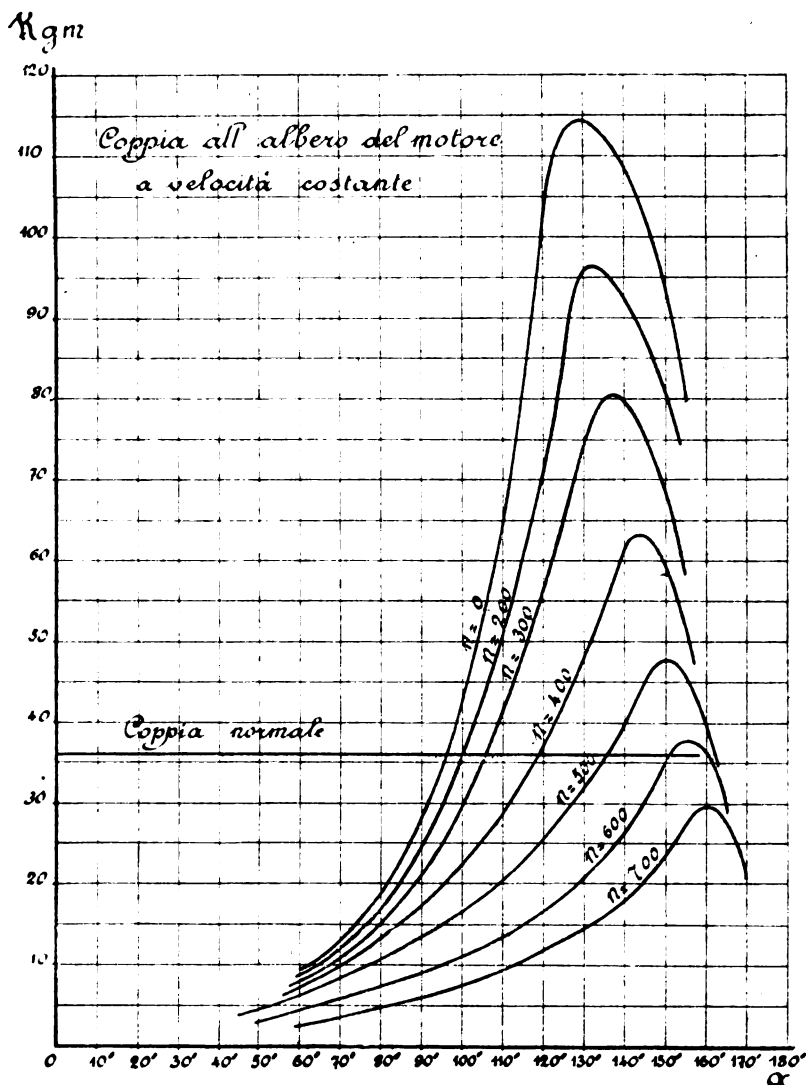


Fig. 25.

ed eseguiti con una carcassa in ghisa acciaiata molto sottile, provvista di nervature ed il loro peso con ingranaggi risultò di 680 Kg. Questo materiale, adottato invece dell'acciaio per le difficoltà della fusione, non diede buona prova come resistenza meccanica; si verificarono in alcuni motori incrinature in corrispondenza delle braccia di sospensione. Per questo fatto, visto anche che il riscaldamento dei motori era assai limitato, si rinunciò alle nervature e si costruì la carcassa in acciaio fuso.

I motori da 20 HP così modificati e quelli da 25 costruiti con gli stessi

criteri risposero bene anche come resistenza meccanica a tutte le esigenze di un servizio tramviario, come quello della città di Parma, con curve numerose e di raggio ridotto. Anzi nella seconda esecuzione tanto le carcasse quanto gli

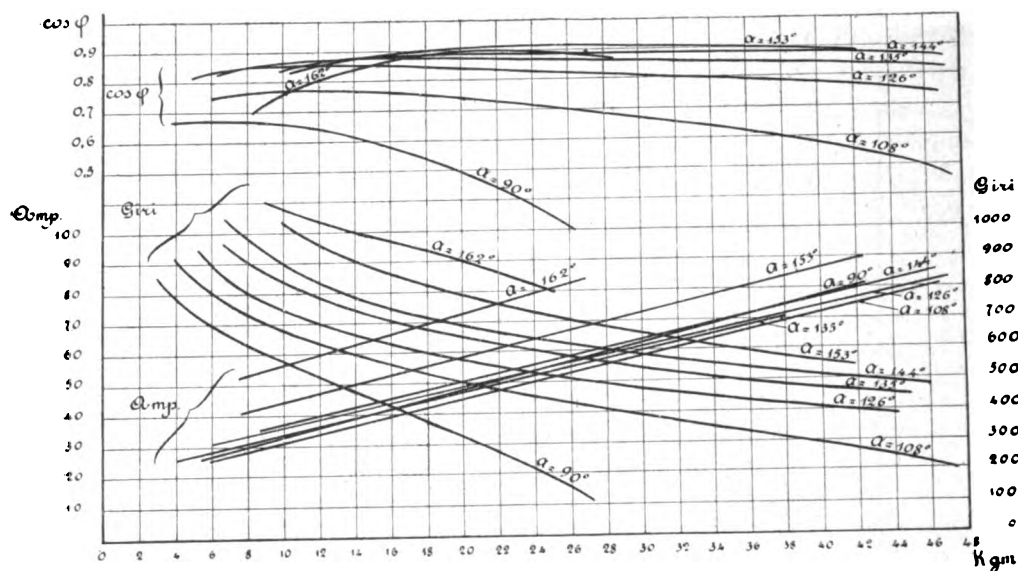


Fig. 26.

ingranaggi riuscirono eccessivamente robusti e qualora nella fusione fossero stati mantenuti gli spessori prescritti, il peso dei motori, ingranaggio compreso,

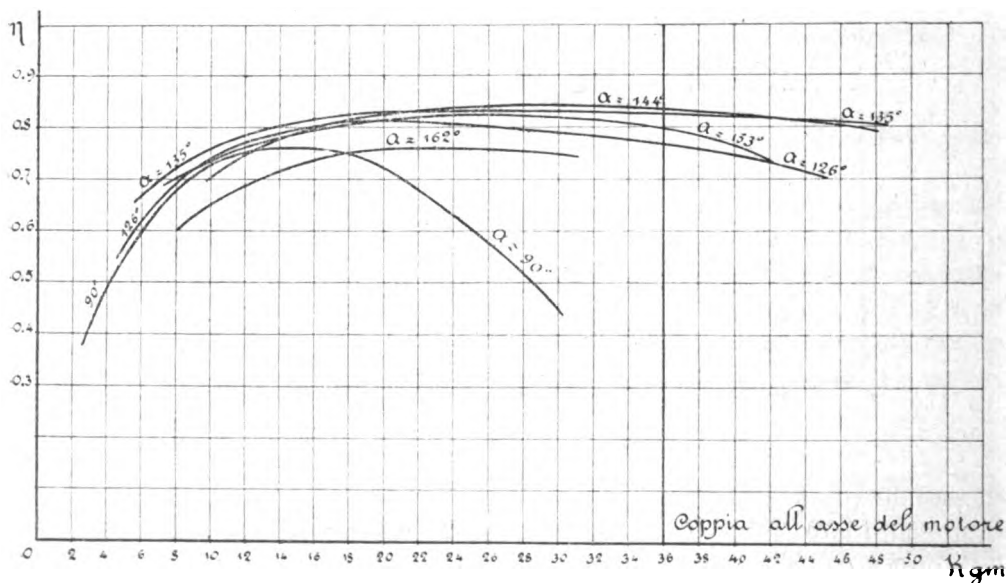


Fig. 27.

sarebbe riuscito di ca 100 Kg. inferiore a quello riportato più sopra; i dati di peso per HP che ho citati nella parte generale, sono stati ricavati dai valori così corretti.

I diagrammi seguenti danno le caratteristiche elettriche del motore da 25 HP ricavate mediante prova al freno. La fig. 25 dà la coppia all'asse del motore in funzione dalla posizione delle spazzole per diverse velocità; si rileva che la coppia massima che il motore può sviluppare all'avviamento è 3,5 volte la normale.

La fig. 26 dà l'andamento della corrente e della velocità in funzione della coppia all'asse del motore per diverse posizioni delle spazzole, sono le note curve caratteristiche di un motore eccitato in serie. Le figg. 26 e 27 danno il

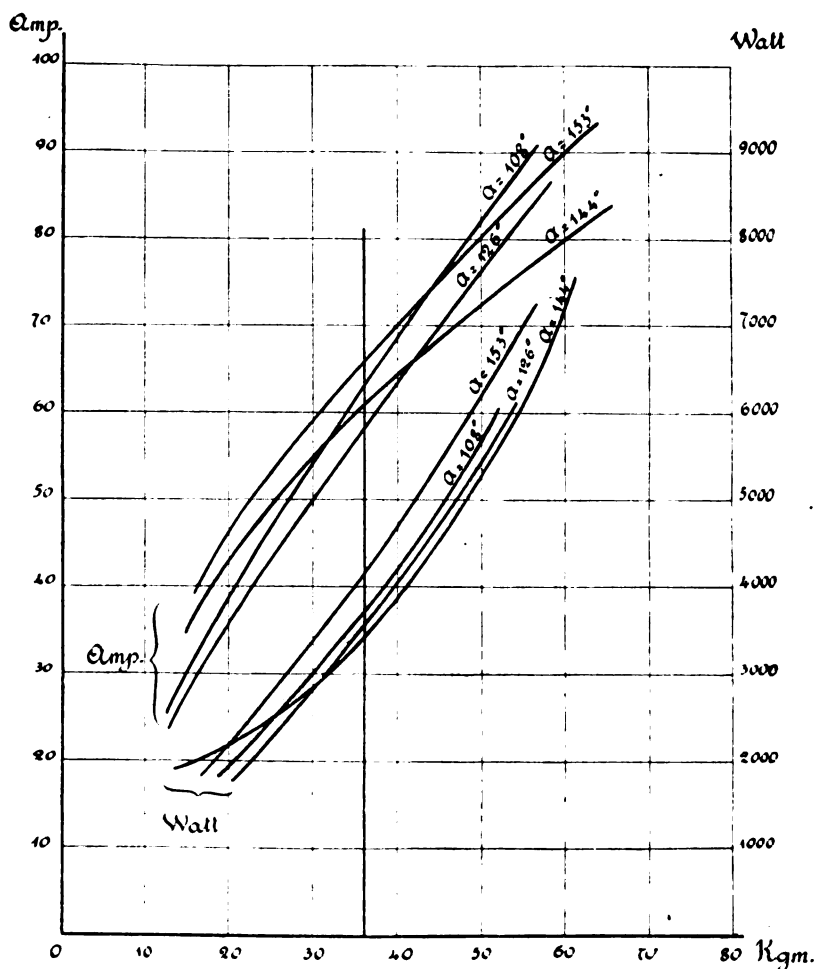


Fig. 26.

valore del rendimento e del fattore di potenza in funzione della coppia pure per diverse posizioni delle spazzole.

I motori funzionano a pieno carico senza scintille al collettore entro larghi limiti di variazione della velocità (circa dal 50 al 125 % di quella di sincronismo). All'avviamento non si producono nè scintille nè riscaldamento eccessivo delle spazzole e ciò, quantunque il motore non sia provvisto di alcuna resistenza tra avvolgimento e collettore, il che è di vantaggio per il rendimento.

Questo risultato è stato ottenuto col dare al flusso e al numero delle spire per sezione del collettore un valore tale che la forza elettromotrice indotta nella spira messa in corto circuito dalle spazzole non supera mai un valore limite.

A provare le piccole perdite che si hanno all'avviamento del motore Déri ho riportato nella fig. 28 il diagramma del consumo in Watt a motore fermo per diverse posizioni delle spazzole. Risulta da questo che a coppia normale, la quale per tensione normale si stabilisce per la posizione delle spazzole di 100° il consumo è di circa 3700 Watt cioè del 16,5 % di quella che si ha con la stessa coppia a velocità normale; è un consumo molto basso rispetto a quello che si ha in un motore a corrente continua all'alto dell'avviamento, ed infatti per una data coppia d'avviamento il consumo è in questo caso eguale a quello che si ha con la stessa coppia a velocità normale: aumentando la velocità le perdite diminuiscono in entrambi i casi e il risultato finale è che la potenza totale assorbita durante un avviamento è minore per il motore Déri che per quello a corrente continua.

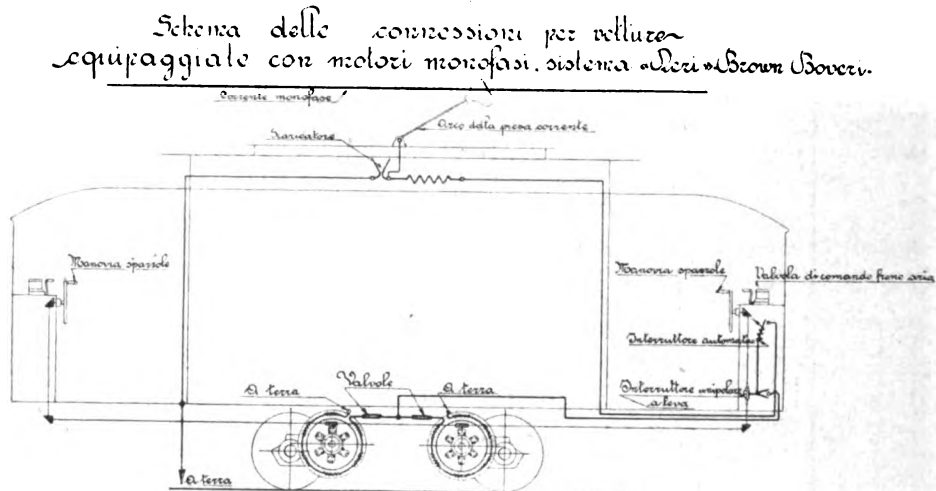


Fig. 29.

Lo schema elettrico della vettura è oltremodo semplice ed è rappresentato schematicamente nella fig. 29. Alle complesse condutture di una vettura monofase d'altro sistema o a corrente continua è sostituita un'unica conduttura che dal filo di contatto porta la corrente all'avvolgimento statore dei due motori: gli apparecchi elettrici si riducono essenzialmente a tre interruttori disposti su quella conduttura e precisamente:

un interruttore a mano di sicurezza disposto immediatamente dopo l'entrata della corrente sul soffitto di una delle piattaforme che serve a togliere la corrente a ogni punto della vettura (non indicato nello schema);

un interruttore in aria di massima disposto in un armadietto sul davanti di una delle piattaforme, sotto la tavoletta di comando; questo interruttore ha l'ufficio di impedire che la corrente abbia a raggiungere valori pericolosi per la conservazione dei motori, e il suo scatto avviene sotto l'azione di una bobina in serie. Un dispositivo elettrico e meccanico fa poi sì che questo in-

teruttore abbia ad aprirsi quando la manovella del freno ad aria venga portata nella posizione estrema e ciò per impedire che, in caso di necessità di immediato arresto della vettura senza che il manovratore abbia il tempo di riportare le spazzole nella posizione zero, il motore non abbia ad assorbire una corrente eccessiva. Essendo l'interruttore automatico unico e disposto su una delle piattaforme quel dispositivo è meccanico per questa piattaforma, elettrico a distanza per l'altra: l'interruttore automatico, una volta scattato, può essere richiuso premendo un bottone che si trova su di una delle tavole di manovra.

Sulla condotta infine è inserito un terzo interruttore principale in aria montato nell'armadio di manovra dell'altra piattaforma, la cui manovra è meccanicamente collegata a quella delle spazzole e cioè esso è aperto quando le spazzole si trovano nella posizione zero e si chiude appena queste ne vengono spostate in un senso o nell'altro.

Completano l'equipaggiamento elettrico:

uno scaricatore a corna posto all'entrata della linea:

una bobina di induzione di protezione:

due valvole sulle derivazioni che dalla condotta principale vanno ai motori:

un piccolo trasformatore riduttore per l'illuminazione elettrica della vettura.

— Schema delle trasmissioni per il comando delle spazzole dei motori —

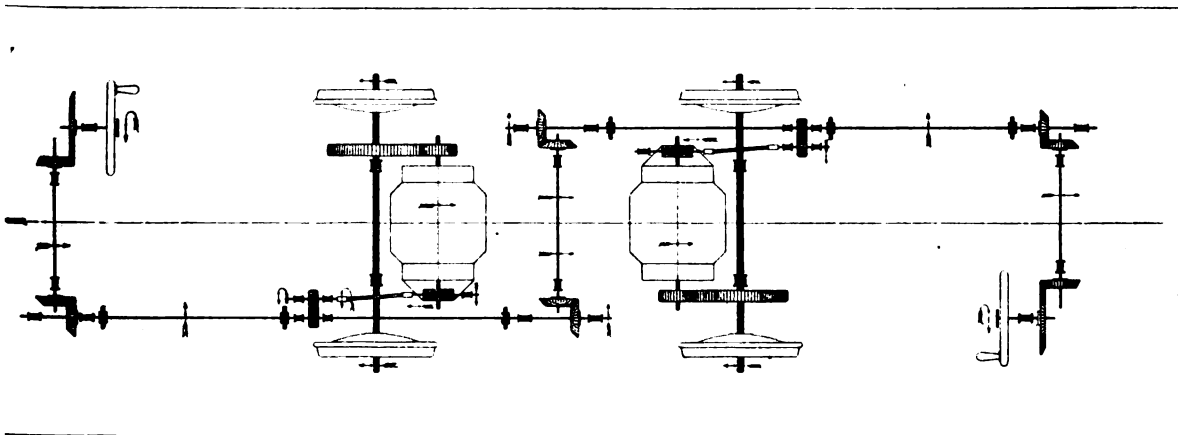


Fig. 3.

Ciò che è caratteristico in queste vetture è il sistema di avviamento e di regolazione della velocità, che, date le caratteristiche dei motori, consiste semplicemente in una trasmissione meccanica che permette dal tavolo di manovra di spostare le spazzole dei motori in un senso o nell'altro. Questa trasmissione è stata oggetto di studi accurati, allo scopo di renderne minime le resistenze meccaniche e minimo l'ingombro.

La disposizione adottata per le vetture della prima fornitura è rappresentata dalla fig. 30; la trasmissione è costituita da un alberello rigido che corre

da una piattaforma all'altra, diviso in vari tronchi i quali sono collegati tra di loro per mezzo di ingranaggi conici: da questo albero vien comandato ciascun motore mediante una coppia di ingranaggi cilindrici, un tronco d'albero flessibile e una vite perpetua collocata sulla fronte del motore.

Questa disposizione ha dato buoni risultati, tuttavia specialmente allo scopo di permettere di adottare lo stesso motore anche per scartamenti minori, il che con quella disposizione è reso impossibile dalla trasmissione che passa sul fianco del motore, ed anche allo scopo di diminuire le resistenze meccaniche, essa venne radicalmente modificata e semplificata per le vetture provviste di motori da 25 HP.

Schema delle trasmissioni per il comando delle spazzole dei motori.

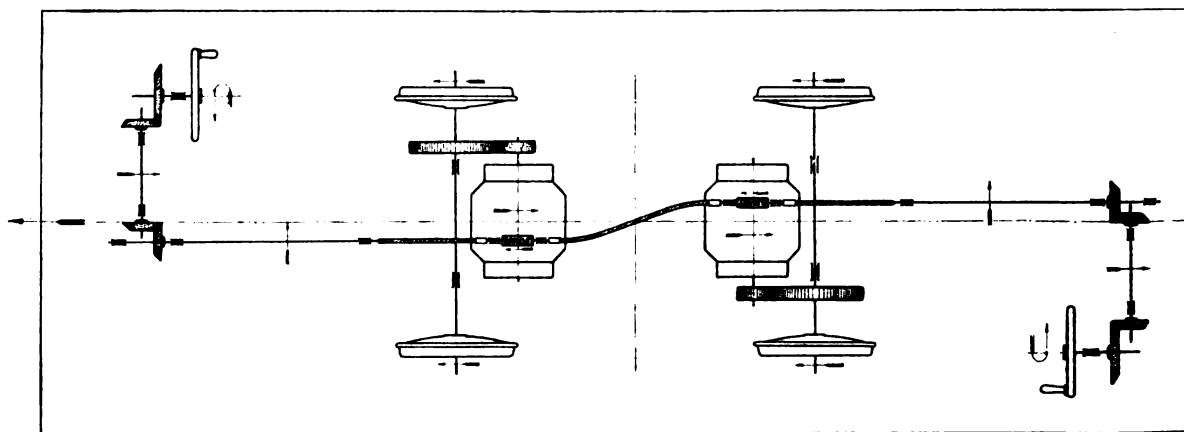


Fig. 31.

Come è rappresentato dalla fig. 31 in questa seconda disposizione un alberello flessibile corre lungo tutta la vettura da una piattaforma all'altra e in corrispondenza dei motori porta due viti perpetue che ingranano con le ruote dentate solidali con l'arco dei portaspazzole mobili.

Dal tavolo di manovra si comanda questo alberello all'uno e all'altro estremo mediante due coppie di ingranaggi conici, ed il rapporto di questi è tale che al completo spostamento delle spazzole sono necessari due giri e un quarto del volantino di manovra: la posizione delle spazzole è indicata a mezzo di un indice sulla tavola di manovra.

Abbiamo detto sopra che la manovra dell'interruttore principale è accoppiata a quella dello spostamento delle spazzole e tale accoppiamento avviene nel seguente modo. Sull'albero di manovra tra i due ingranaggi conici è calettata una guida a doppia elica eccentrica che nella posizione zero delle spazzole obbliga l'interruttore a restare aperto; questa guida è portata da un corsoio filettato sull'albero di manovra per modo che ruotando questo il corsoio si sposta e con esso la guida ad elica, la quale ruotando libera la leva dell'interruttore e ne determina la chiusura.

L'esperienza di un anno ha dimostrato la praticità di questo sistema e come la manovra di quel volantino sia altrettanto facile quanto quella della manovella di un controller. Nella seconda disposizione il volantino di comando ha un diametro di 35 cm. e lo sforzo richiesto è di circa 2 Kg.; questo sforzo è risultato praticamente tanto piccolo che si penserebbe in un futuro impianto di sopprimere una delle due coppie di ingranaggi conici, in modo tale che ad un giro del volantino corrisponderebbe il completo spostamento delle spazzole: questa modifica, che però dovrebbe essere accompagnata dall'applicazione di ingranaggi di precisione e sopporti a sfere nella trasmissione, avrebbe il vantaggio di semplificare grandemente il comando dell'interruttore sostituendo un semplice eccentrico alla guida ad elica e corsoio.

Completano la vettura un freno ad aria ed un freno a comando a mano. Il cui volantino si trova a destra della tavoletta di manovra.

La capacità di ogni vettura fra posti seduti e in piedi è di 36 persone; le vetture senza viaggiatori con equipaggiamento completo pesano, 8,5 tonnellate, quelle equipaggiate con motori da 20 HP, 9,5 tonn. le altre. Per queste ultime il peso dell'equipaggiamento elettrico è il seguente:

2 motori da 25 HP.	Kg. 2000
Ingranaggi	» 280
2 Armadietti di manovra	» 303
1 Trasmissione	» 33
1 Arco presa corrente	» 110
Condutture elettriche	» 74

Peso totale dell'equipaggiamento . . Kg. 2800

La fig. 32 rappresenta i due motori da 25 HP montati sulla vettura: è visibile l'alberello di comando delle spazzole che in questa disposizione passa al disopra del motore lasciando completamente liberi i fianchi.

La fig. 33 rappresenta il truck completo della vettura con tutti gli apparecchi di manovra; sono visibili i due armadietti e i due volantini di comando.

Le condizioni di servizio delle vetture delle tramvie urbane di Parma sono le seguenti: vetture in effettivo servizio giornaliero 18 (massimo 21), percorso giornaliero medio 120 km. I risultati di un anno di funzionamento (ca 26.000 km. di percorso per vettura) sono stati molto soddisfacenti; i motori si dimostrarono molto robusti ed adatti ad un servizio pesante quale quello di trazione: la percentuale dei motori messi fuori servizio da guasti non fu superiore a quella normale con altri sistemi di trazione, essa è stata minima per la parte rotante dei motori e ciò è dovuto essenzialmente alla bassa tensione esistente nel rotore.

Lo scintillio dei motori è nullo, tanto che i collettori si sono mantenuti fino ad oggi in ottimo stato senza necessità di venire ritorniti; il consumo delle spazzole è ridottissimo.

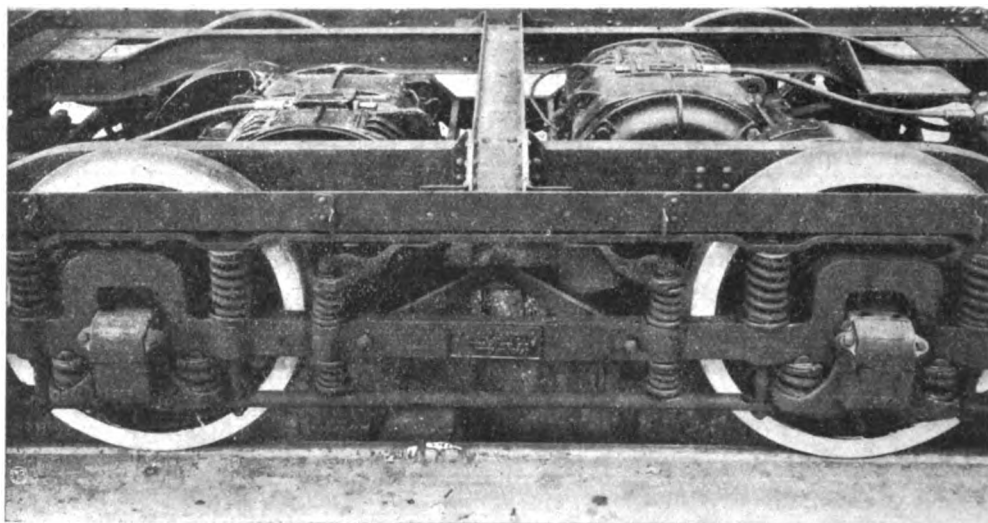


Fig. 32.

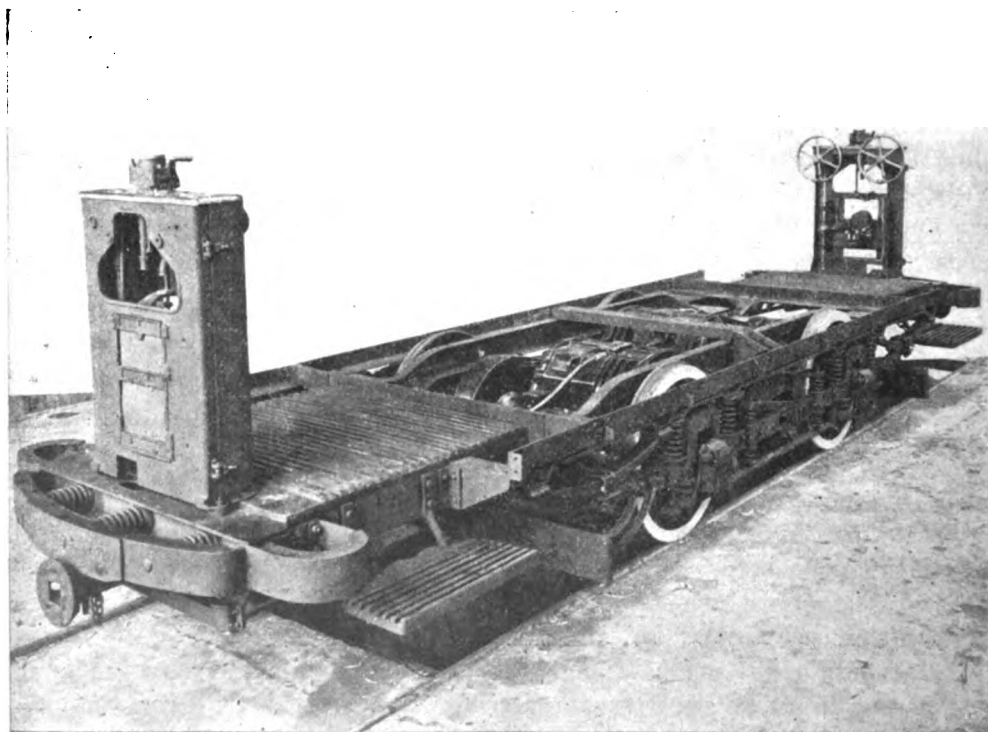


Fig. 33.

La manutenzione non è maggiore di quella richiesta da vetture equipaggiate con altro sistema: ogni sei mesi le vetture vengono completamente smontate ed esaminati i motori: vengono ripuliti gli avvolgimenti e ricambiato il metallo bianco dei cuscinetti; un'altra piccola manutenzione si fa ogni mese quando la vettura rimane per turno in deposito.

Dalla relazione degli Ingegneri sigg. Alfredo Donati e Guido Semenza sul collaudo delle automotrici monofasi delle tramvie urbane di Parma ricavo alcuni dati riguardanti il consumo di energia.

Le misure di consumo vennero eseguite su di una vettura equipaggiata con due motori da 20 HP; questa vettura sulla quale era stato installato un contatore, percorse per un intero giorno la linea tramviaria che va da Crocetta attraverso la città a San Lazzaro: i risultati delle misure furono i seguenti:

Peso complessivo della vettura: 10 tonn.;
 Chilometri percorsi: 63,2
 Tempo impiegato (comprese le fermate): 6 ore e 2';
 Velocità media: 10,48 Km. all'ora;
 Consumo misurato al contatore: 31814 Watt-ora;
 Vetture chilometri: 63,2;
 Consumo per vettura chilometro: 503 Watt-ora;
 Consumo per tonnellata chilometro: 50,3 Watt-ora.

Al termine di queste prove vennero prese misure di temperatura e in nessuna parte del motore si riscontrò una temperatura superiore ai 40° su quella ambiente.

Dalla suddetta relazione del collaudo riporto le seguenti conclusioni sui risultati d'esercizio:

« Tutte le vetture automotrici per il servizio urbano fornite dal Tecnomasio Italiano Brown-Boveri hanno prestato regolare servizio dall'apertura della linea all'esercizio. Esaminate nelle loro varie parti, furono riscontrate in normale stato di conservazione, per cui anche nei riguardi della loro durata lasciano la più completa tranquillità.

« È in special modo da notare come il funzionamento dei collettori dei motori sia ottimo e come la commutazione avvenga senza dar luogo ad alcun scintillio.

« Il consumo di energia di tali automotrici urbane si riscontra, non solo dalle prove, ma anche dalle risultanze del servizio corrente, non superiore a quello che si avrebbe da un analogo servizio con automotrici equipaggiate per corrente continua ».

Oltre che in impianti tramviari urbani il motore a repulsione Déri è stato applicato con successo a ferrovie secondarie e primarie: nella tavola seguente sono appunto elencati i principali di questi impianti, coi dati dell'equipaggiamento elettrico relativo.

Tavola degli impianti di trazione elettrica equipaggiati con motori monofasi Déri

IMPIANTI	Volt	Periodi	Potenza ora- ria in Cav.	Giri	Tipo di mon- taffio	Pe-so con in- granaggi	
						kg.	mm.
kgl. Berginspektion Buer	150	50	5,5	1000	con doppio granaggio	260	550
Gewerkschaft Dorstfeld	220	50	15	600	sospensione da tram	600	530
Bonifazius Schacht	220	50	18	600	idem	640	555
Tram di Parma I.	400	25	20	420	»	950	1445
Tram di Parma II.	400	25	25-30	500	»	1120	1445
Ferrovia della Seethal, locomotiva di smistamento	500	25	45	600	»	1320	1435
E. W. Mark, locomotiva di smist.	1000	50	40	500	»	1320	1000
Loir et Cher	600	25	65	450	»	1800	1000
Martigny Orsière	500	15	80	450	»	2500	1435
Chemin de fer du Midi	1200	16 $\frac{2}{3}$	750	133	Motori da locomotiva	13500	1435
Ferrovie dello Stato Prussiano 1911	1150	15	600	126	idem	14500	1435
Raethische Bahn	1100	16 $\frac{2}{3}$	350	142	»	9200	1000
Wiesenthalbahn	1100	15	500	144	»	10000	1435

Tra gli impianti di ferrovie secondarie è importante quello della linea Martigny Orsières nel Vallese, a scartamento normale in sede propria lunga 19,3 km., con pendenza massima del 35 %: il programma d'esercizio di questa linea era il trasporto di treni viaggiatori del peso complessivo di 70 tonn. alla velocità di 30-45 km.-ora e treni merci di 130 tonn. a 15-25 km. Data la forte potenza necessaria dei motori e la notevole lunghezza della linea si imponeva un sistema con alta tensione sulla linea di contatto: si progettò il sistema a corrente continua a 2400 Volt, poi si scelse il monofase sistema Déri a 8000 Volt: si adottò la frequenza di 15° invece di 25°, avendo la Commissione svizzera di studio per le ferrovie elettriche stabilito come normale per la rete dello stato la frequenza di 15°.

La tensione del filo di contatto di 8000 Volt viene ridotta per mezzo di due trasformatori da 130 KVA. continui a 500 Volt: ogni vettura automotrice è equipaggiata con 4 motori monofasi sistema Déri, ciascuno di 90 HP., 500 Volt 450 giri, 15 periodi 4 poli; il peso del motore compreso ingranaggi è di 2500. Il comando delle spazzole avviene a mano con una trasmissione meccanica analoga a quella delle vetture di Parma: il comando degli interruttori principali dei trasformatori e dei motori avviene con sistema pneumatico, ed è dipendente dalla posizione delle spazzole.

Questa ferrovia si trova in esercizio dal settembre 1910 ed i risultati dell'esercizio sono stati soddisfacenti.

La fig. 34 rappresenta uno dei motori da 90 HP coi quali sono equipaggiate le automotrici di questa linea. Specialmente in conseguenza della sua semplicità di regolazione il motore Déri è stato recentemente applicato anche nella grande trazione.

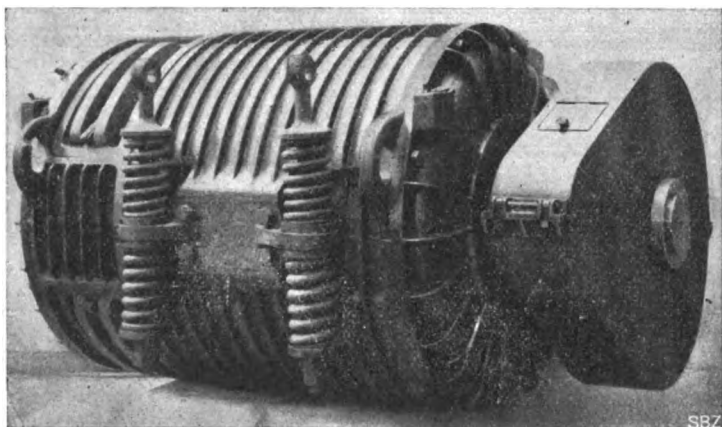


Fig. 34.

La figura 35 rappresenta uno dei due motori Déri della locomotiva del Chemin de Fer du Midi a scartamento normale; questa locomotiva è equipaggiata con due motori ciascuno di 750 HP. di potenza oraria, 133 giri, 1200 Volt, 15 periodi: peso 13500 kg.: sono visibili nella fotografia le due serie di spazzole.

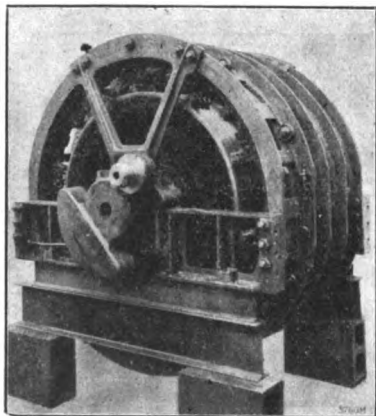


Fig. 35.

La fig. 36 rappresenta appunto la locomotiva del Chemin de Fer du Midi a 3 assi accoppiati; i due motori collocati in alto comandano le ruote per mezzo di due bielle.

La fig. 37 rappresenta invece il motore Déri della locomotiva della Raetische Bahn: questa locomotiva è equipaggiata con due motori ciascuno da 350 HP, 1100 Volt, 142 giri, 15 periodi, peso 9200 Kg.; la ferrovia è a scar-

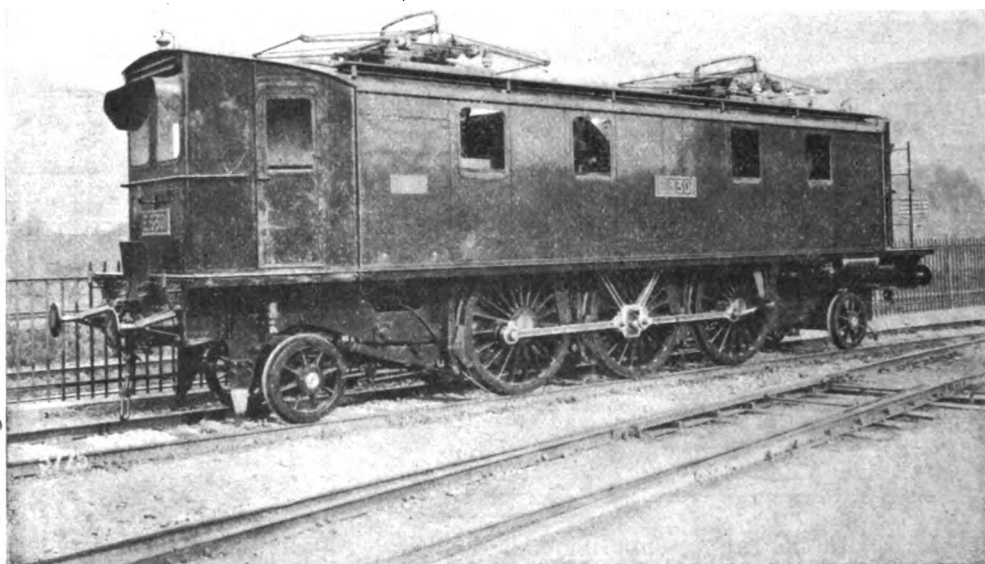


Fig. 36.

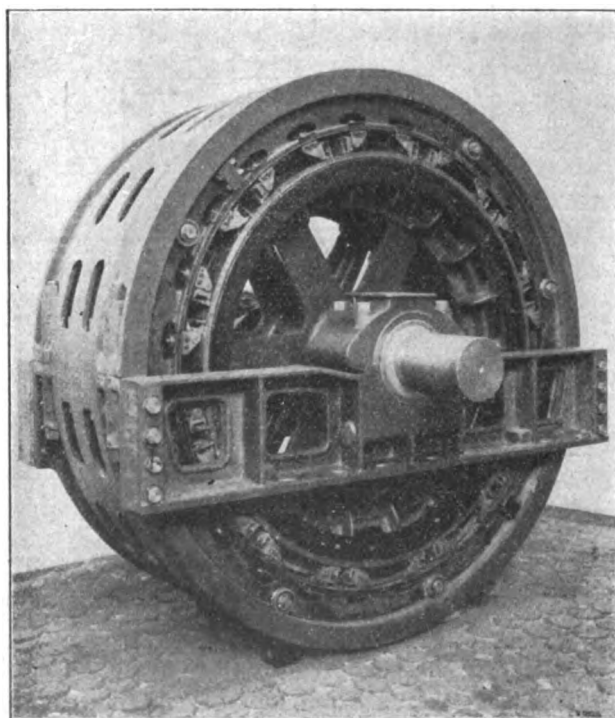


Fig. 37.

tamento di 1000 ed il motore presenta interesse per la sua piccola larghezza: le spazzole lavorano sulla stessa linea del collettore e l'inversione di marcia viene ottenuta spostando l'uno o l'altro sistema di spazzole.

Per quanto al principio di questa mia comunicazione abbia premesso ch'io mi sarei occupato esclusivamente del motore, credo opportuno, prima di chiudere, esporre alcune considerazioni sull'influenza che può avere il motore monofase a repulsione Déri ad estendere il campo d'applicazione della trazione monofase, considerazioni che scaturiscono immediatamente dalle proprietà caratteristiche del motore stesso.

È cosa indiscussa che per reti di piccola estensione ed a traffico molto intenso il sistema di trazione con corrente continua a tensione media (intendo per tensione media quella intorno ai 500 Volts) è più vantaggioso del sistema monofase. Questo entra in discussione quando si tratti di linee molto estese (oltre 15 km.) con traffico limitato. Usando in questo caso corrente continua a media tensione, per evitare forti cadute di tensione occorrerebbe l'impianto di varie sottostazioni (alla distanza di 5-10 km. l'una dall'altra) costose per spesa di impianto e manutenzione. Il sistema a corrente continua a media tensione è quindi in tale caso da escludersi specialmente se, causa il traffico limitato, si vuole un basso costo di impianto e d'esercizio. La scelta allora è limitata al sistema a corrente continua ad alta tensione (ca 1500 Volt) o al sistema monofase con alta tensione sulla linea di contatto.

Non voglio qui entrare nella discussione quale dei due sistemi sia superiore, ritenendo che tale discussione debba essere eseguita volta per volta, in base ai dati precisi sulle condizioni d'applicazione. In linea generale si può affermare che il sistema monofase presenta sull'altro il vantaggio di un minor costo e spesa di manutenzione dell'impianto fisso, specialmente perchè è possibile usare una tensione maggiore per la linea di contatto e quindi alimentare lunghi tronchi con una sola stazione generatrice: al contrario l'equipaggiamento elettrico d'una vettura monofase dei sistemi finora in uso è più costoso che non quello di una vettura a corrente continua.

Nella trazione col motore a repulsione Déri tale svantaggio più non sussiste, perchè, come abbiamo visto, l'equipaggiamento elettrico è in questo caso meno costoso, più semplice e richiede quindi una minor spesa di manutenzione che non quello a corrente continua, e tale considerazione potrà in taluni casi determinare l'adozione del sistema monofase a preferenza dell'altro.

Un'altra proprietà del motore a repulsione Déri permette di estendere il campo della trazione monofase ed è la possibilità di costruire motori per trazione con la frequenza normale delle reti di distribuzione.

Io penso sia possibile di costruire con tali motori piccole tramvie e derivarle direttamente dalle reti di distribuzione esistenti: lo squilibrio e le variazioni di tensione dovute al carico concentrato su di una fase, nonché alle oscillazioni del carico stesso non dovrebbero essere apprezzabili nelle grandi reti di distribuzione quando il carico massimo della tramvia costi-

tuisse una percentuale molto piccola del carico della rete e potrebbero anche venire ridotte usando schemi speciali di inserzione. Un impianto di questo tipo esiste già in Germania per la ferrovia di St. Avold equipaggiata con motori a repulsione semplice a 50 periodi (vedi *Elektrische Kraftbetrieb u. Bahnen* 1911, p. 572).

Ognuno vede come da questa possibilità sia ampliato il campo di applicazione della trazione monofase; sarebbe possibile costruire tramvie di reddito molto basso, perchè il costo dell'impianto fisso e rotabile e le spese d'esercizio sarebbero in questo caso minime riducendosi al semplice impianto od esercizio di una o più stazioni di trasformatori statici e inoltre queste tramvie che hanno in generale un piccolo carico durante la settimana e massimo i giorni festivi concorrerebbero a riempire il diagramma di carico festivo delle centrali.

DISCUSSIONE

Il Presidente Ing. A. Panzarasa ringrazia l'oratore e si congratula colla Ditta Brown-Boveri per la estrema semplicità degli equipaggiamenti descritti, semplicità che è del resto una delle principali caratteristiche della Casa stessa.

Ha letto che recentemente la Compagnie des Chemins de fer du Midi torna alla trasformazione della corrente monofase in continua sulla locomotiva.

Il sistema descritto nella comunicazione realizza invece certamente quella semplicità vera alla quale si dovrebbe sempre tendere specie trattandosi di trazione.

Spera di poter invitare i Soci ad una visita all'impianto di Parma.

Senza parlare pel momento dei sistemi per le grandi ferrovie, di cui la Sezione si occuperà di altre sedute, e limitandosi alle tramvie cittadine suburbane si può dire che se la trazione a corrente continua si è manifestata quella adatta alle tramvie delle grandi Città. Per le piccole, che richiedono la massima economia e semplicità e che abbiano, come quasi sempre, prolungamenti estesi ad altri Comuni, pare siano ben adatti anche i sistemi monofasi, quando non sia richiesta una frequenza diversa da quella della rete generale di distribuzione dell'energia elettrica, e si possa così per le tramvie installare dei semplici trasformatori statici, usando tensioni basse in Città e tensioni alte nei prolungamenti, come è appunto il caso di Parma.

Ritiene che il consumo di energia di 50 Wh. per Tonn. Km. alla presa di corrente, sia un po' alta, ma non bisogna dimenticare che il consumo alla Centrale risulterà più basso od al più uguale a quello che si avrebbe con una conversione in corrente continua nel caso di sistema a corrente continua.

La Sezione ha trattato già nelle sue sedute la trazione a corrente continua mercè la conferenza dell'Ing. Civalleri — ora ha trattata la trazione monofase Dery — spera che alcuno tratterà di altri sistemi di corrente monofase ed 'in fine amerebbe che venisse pure trattata la trifase, portando dati sul ricupero — così che possa seguire una discussione completa sui vari sistemi di trazione.

Prega poi l'Ing. Lado di voler in seguito tener al corrente la Sezione sui dati d'esercizio — la manutenzione ad esempio deve essere molto minore data la costruzione semplicissima.

Ing. *Vannotti*. La manutenzione si riduce al collettore e alle spazzole — ma essa non è quivi maggiore che per la corrente continua.

Ing. *Panzarasa*. Ebbe campo per vari anni di seguire l'esercizio di molti motori Dery per Ring. I commutatori si mantennero quasi senza usura, e la manutenzione si ridusse a quella del solo ricambio delle spazzole.

N. 3.

RISULTATI DELLA TRAZIONE ELETTRICA MONOFASE SULLE TRANVIE PARMENSI

*Comunicazione fatta dal Socio Ing. E. VIGLIA alla Sezione di Milano
il 7 maggio 1912*

La questione della scelta del sistema di trazione è sempre all'ordine del giorno. Su questo punto gli elettricisti non sono d'accordo. Come disse il Mailloux al Congresso di Torino, ciò è un male, perchè lo spirito di rivalità esistente tra i difensori del sistema a corrente alternata e di quelli del sistema a corrente continua ritarda la elettrificazione dei così detti « trunk-lines ».

Infatti, soggiungeva il Mailloux, se gli stessi ingegneri elettricisti non sono d'accordo fra loro, i finanzieri che debbono elettrificare le loro linee credono indispensabile attendere che la cosa si decida e frattanto seguitano a sfruttare la locomotiva a vapore, mentre sarebbe desiderabile che la trazione elettrica, per gli innumerevoli vantaggi che essa arreca, avesse larga applicazione.

Tralasciando di parlare della trazione elettrica ferroviaria che ha esigenze e necessità speciali, per la elettrificazione delle tranvie extraurbane e di ferrovie di interesse locale, che sono numerose in Italia, due sono i sistemi che si combattono:

La corrente continua ad alto potenziale (1200-1500-2400 volt) e la corrente monofase (3000-6000-11000 volt).

Entrambi i sistemi hanno pregi e deficienze, e perciò nessuno dei due può dirsi « standard ».

Molti hanno tentato di fare una esatta comparazione delle spese di esercizio con l'uno e con l'altro sistema, ma la cosa praticamente riesce molto difficile.

Frattanto, giacchè la Provincia di Parma ha fatto un largo esperimento di trazione elettrica monofase coll'esercizio iniziato il 5 maggio 1910, ritengo utile, per chi si occupa di trazione, esporre obbiettivamente i risultati ottenuti sulle tranvie elettriche Parmensi nel 1911, perchè ciascuno possa paragonare i dati esposti con quelli di altri esercizi consimili e fare i commenti e le deduzioni del caso.



CONSUMI DELL'OFFICINA ELETTRICA

L'officina elettrica termica è costituita da 2 motrici Tosi da 900 HP. normali e 1150 massimi, una di riserva all'altra, funzionanti con vapore surriscaldato a 300° C. con condensazione e relativo refrigerante.

La centrale ha sempre funzionato regolarmente e senza alcun inconveniente.

La produzione media giornaliera fu di 3500 KWO.

Il carico medio della motrice fu di 220 KW con erogazioni massime istantanee di 600 KW.

Il $\cos \varphi$ medio, in esercizio corrente, fu di 0,70.

Il numero totale dei KWO prodotti fu di 1.272.000.

Il consumo di carbone Cardiff bruciato per KWO, misurato al quadro, fu di Kg. 1.470.

Il carbone aveva un potere calorifico di 7.600 calorie e costava L. 40 la tonnellata.

Il consumo dei lubrificanti per ogni ora di lavoro fu di 1 Kg. d'olio per movimenti ed 1 Kg. d'olio per cilindri.

Per la manutenzione ordinaria delle macchine e delle caldaie si spesero L. 3.200.

Il numero medio degli operai occupati nell'officina fu di 12 che importarono una spesa annuale di L. 14.954.

In definitiva si spesero per la produzione di 1.272.000 KWO:

	SPESE	
	TOTALI	per Kilo-Watt-Ora
Per mano d'opera L.	14.954,—	0,0114
» carbone »	73.000,—	0,0588
» lubrificanti »	7.250,—	0,0042
» stracci, filetti, ecc. »	1.387,22	0,0015
» manutenzione macchine e utensili . . »	3.608,—	0,0027
TOTALI »	100.199,22	0,0786

Il costo medio del KWO risultò quindi:

$$\frac{\text{L. } 100.199,22}{\text{KW. } 1.270.000} = \text{L. } 0,0786$$

esclusa la quota dell'interesse, dell'ammortamento del capitale e la quota parte delle spese generali dell'Azienda.

Il diagramma del consumo giornaliero, tenuto conto che trattasi di un impianto di trazione monofase, è abbastanza regolare, e ciò è dovuto all'azione equilibratrice esercitata dalle vetture delle tranvie urbane, che essendo numerose compensano gli sbalzi di erogazione prodotti dai 4 treni foresi.

Questi risultati non sono cattivi, specialmente quando si rifletta che la motrice può sopportare ancora dell'altro carico.

In un impianto a corrente continua, presso a poco della medesima potenza di quello di Parma, con motrici Tosi a vapore surriscaldato, condensazione e con batteria tampone (e quindi con motrici lavoranti a pieno carico) il consumo di Cardiff fu, in media, durante 7 anni di esercizio, di Kg. 1,300 per KWO.

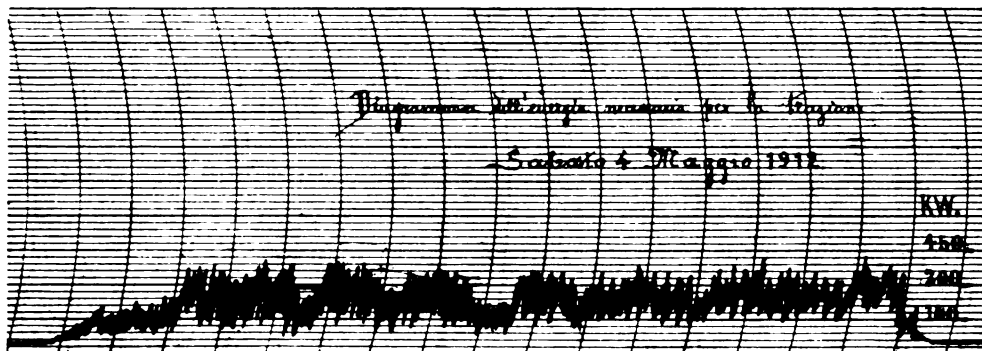


Fig. 1.

In servizio: { 18 vetture urbane della Brown-Boveri.
 4 automotrici Siemens-Schuckert trainante ciascuna 2 rimorchiate.
 1 locomotore merci trainante 7 carri da tonnellate 12 di peso ciascuno.

NB. — Sul diagramma non è registrata l'energia elettrica occorrente per i servizi ausiliari delle officine (luce e forza).

LINEA DI CONTATTO

Il vantaggio del sistema monofase sta nella linea. L'economia offerta nel trasporto dell'energia a grande distanza lo fa apparire alla mente di ogni tecnico il più semplice e quindi il più elegante per la trazione elettrica extra-urbana.

Spetta al monofase il merito di aver fatto pensare ad introdurre nella costruzione della linea aerea quei miglioramenti e quelle innovazioni che l'hanno resa perfetta.

Nelle tranvie Parmensi la linea aerea fu costruita col sistema a doppia catenaria formata da una corda portante, di acciaio, di 35 mmq. di sezione. A questa corda è sospeso, mediante morsetti e tiranti verticali, situati alla distanza di 16 metri l'uno dall'altro, un filo detto « ausiliare » di acciaio zincato di 6 m/m di diametro, al quale viene sospeso, ad ogni 8 metri, con morsetti scorrevoli, il filo di rame a forma di 8, di 55 m/m q. di sezione.

La tensione del filo di contatto è regolata automaticamente mediante contrappesi che mantengono costante, in ogni stagione, la tensione del filo di contatto.

La linea è a doppio isolamento ottenuto mediante isolatori Ginori.

I pali sono di legno castagno, distanti 64 metri l'uno dall'altro, armati con mensole di ferro.

In pratica la linea aerea ha funzionato molto bene. In due anni d'esercizio si sono avute soltanto due interruzioni di brevissima durata: una, do-

vuta alla rottura d'un isolatore di un interruttore di sezione; ed una dovuta ad uno strappo del filo di linea causato da un difetto esistente in un archetto.

La continuità nel servizio fu costante.

Per la detta ragione non fu necessario tenere pronti carri automobili o a cavalli per correre in casi di urgenti riparazioni.

Per le revisioni periodiche notturne della linea aerea, che ha uno sviluppo di 50 Km., fu adoperato un vagone-ponte speciale.

Per economizzare nelle spese d'impianto, la linea fu costruita con pali di legno castagno. Questi hanno bensì resistito ai rilevanti sforzi cui sono assoggettati, ma hanno richiesto continua e costante manutenzione per puntelli, tiranti, ricambio, ecc.

La spesa di manutenzione complessiva per la linea delle tranvie urbane e foresi ammontò in un anno a L. 8800.

Ma a parte la spesa d'esercizio, che rappresenta sempre un elemento variabile col tempo, con i metodi d'esercizio, e col tenore dei salari, rimane assodato che una linea così costruita è di funzionamento sicuro e non dà le noie ed i fastidi di molte linee a basso potenziale.

Come spesa di primo impianto, essa non costa molto di più di quanto si spende con una linea a bassa tensione, attesa la rilevante distanza a cui si possono piantare i pali, mentre invece assicura la continuità e la regolarità dell'esercizio con una spesa di mantenimento minima.

Ma un altro organo assai importante pel buon funzionamento delle tranvie elettriche è stato perfezionato con l'introduzione degli alti potenziali sul filo di lavoro: intendo parlare dell'organo di presa della corrente.

A Parma venne adoperato un pantografo articolato, a doppio pattino di alluminio, sistema Siemens, il quale ha funzionato assai bene.

La presa di corrente può alzarsi ed abbassarsi mediante il funzionamento d'un cilindro azionato dall'aria compressa fornita dal motore compressore del freno ad aria.

I pattini di alluminio lavorano su di uno spostamento laterale di 90 cm., la pressione di ciascun pattino sull'archetto è di Kg. 3,5. Il consumo dei pattini di alluminio è assai limitato, stante la facilità con cui il pattino può attutire gli urti con i punti salienti della linea grazie ai suoi movimenti verticali ed orizzontali. La durata di un pattino d'alluminio è di circa 5 mesi con una percorrenza di oltre 15.000 chilometri.

Questo apparecchio non ha dato luogo ad inconvenienti; una sola deficienza fu notata nel servizio corrente e fu la seguente: per urti, collisioni, ecc., fra tranvia e veicoli ordinari, più di una volta furono rotte le tubazioni dell'aria, per cui l'archetto si abbassò e non potette più rimanere alzato se non smontando la molla che tiene tutto il telaio del pantografo abbassato.

Inoltre, nel caso di mancato funzionamento del motorino del compressore elettrico, per alzare l'archetto si deve comprimere l'aria nel serbatoio mediante una pompa a mano da bicicletta. Ciò non è pratico. Riesce invece più semplice e più sicura la manovra del pantografo con comando a leva, onde è che nei locomotori, di seconda fornitura, alla manovra pneumatica è stata sostituita quella a leva con comando a mano.

MATERIALE MOBILE

È ormai assodato che il punto debole di un impianto di trazione monofase è rappresentato dagli equipaggiamenti motori delle vetture. Ed infatti, come ebbe a dire il collega Ing. Revessi nella sua comunicazione all'A. E. I. trattando dei limiti dell'applicazione della trazione monofasica, « si tratta di un « motore molto delicato in conseguenza delle speciali esigenze costruttive cui « deve soddisfare: esso deve infatti avere un intraferro molto più ridotto di « quello che possono avere i motori a corrente continua; deve poter funzio- « nare normalmente con una grande velocità a meno di non avere un gran nu- « mero di poli; offre speciali difficoltà nella commutazione così da richiedere « tra l'altro anse di resistenza interposte fra l'avvolgimento e le lamelle del « collettore in cui lo svolgimento di calore è molto elevato; a speciali esigenze, « infine, deve soddisfare nelle dimensioni del collettore ed in quelle delle spaz- « zole ». (Vedi: *Atti dell'A. E. I.*, Volume XIII).

Ed in effetti in pratica si constata come la manutenzione dei motori monofasi si riduce principalmente a quella dei cuscinetti, sia per la piccolezza dell'intraferro, sia per l'elevata velocità.

Una piccola usura di qualche decimo di millimetro nel consumo del metallo bianco può generare lo strisciamento del rotore sullo statore, donde ne deriva una costante preoccupazione per l'esercente.

Occorre perciò misurare almeno ogni due giorni l'intraferro. Appena si constata che è diminuito oltre il limite minimo, occorre alzare la vettura, smontare i motori e ricambiare il metallo bianco; contemporaneamente si fa la revisione e la manutenzione dei motori e delle parti elettriche.

Per prolungare la vita del metallo bianco, occorre usare metallo di composizione ricca in rame e stagno e secondariamente è indispensabile lubrificare i cuscinetti con olio di prima qualità.

Per la costruzione stessa del motore monofase, qualunque lavoro occorra fare ad un motore si è obbligati di alzare la cassa dal truck della vettura e smontare il motore dal truck. Occorre quindi maneggiare frequentemente i motori, ed è perciò indispensabile avere un locale appositamente preparato con una gru a ponte scorrevole pel montaggio, smontaggio e manutenzione dei motori.

A Parma il servizio urbano vien fatto con 20 vetture tipo città equipaggiate con due motori monofasi a repulsione Dery della potenza di 20 HP e 10 del medesimo tipo ma equipaggiate con motori da 25 HP.

La variazione di velocità è ottenuta mediante lo spostamento delle spazzole sul collettore, mercè la manovra di una trasmissione flessibile.

La manutenzione, eccettuati i due punti già accennati, si riduce a quella della quotidiana revisione delle spazzole, dei cavi flessibili, dell'ingrassamento della trasmissione, della lubrificazione dei cuscinetti e della revisione e manutenzione dell'archetto e del freno ad aria.

Il numero delle vetture in servizio è di 18 e per la manutenzione giornaliera e per la grande manutenzione periodica occorrono non meno di 14 operai.

Il consumo di olio lubrificante e delle spazzole di carbone è normale.

Il servizio extra-urbano vien fatto con vetture lunghe a due carrelli, ad aderenza massima, con due motori monofasi Siemens in serie da 70 HP. Anche questi equipaggiamenti si sono comportati molto bene.

La lubrificazione ad olio dei cuscinetti richiede cura assidua; il consumo di olio lubrificante non arriva ad 1 Kg. per giorno e per motore.

Anche per questi equipaggiamenti occorre manutenzione accurata fatta da meccanici competenti.

Per una dotazione di 10 automotrici e 2 locomotori occorrono non meno di 10 operai specializzati in detto servizio.

Per completare i servizi di mantenimento del materiale rotabile, e per accudire alla officina riparazioni (formata dal riparto fabbri, falegnami, aggiustatori) occorrono 16 operai.

In complesso sono occupati nel deposito delle vetture e nelle officine di riparazione annesse 40 operai con una spesa annua per salari di L. 40.000.

Il materiale rotabile si compone in totale di:

- 30 automotrici urbane;
- 10 automotrici foresi;
- 2 locomotori pel servizio merci;
- 17 vetture rimorchiate;
- 60 carri merci della portata di 8 tonnellate.

La manutenzione di tutto il descritto materiale si fa col personale indicato.

La spesa di rinnovo dei materiali, cioè archetti, pignoni, spazzole, contatti di rame, metallo bianco, metalli diversi, ceppi di ghisa, ecc. ammontò a L. 7.500

La spesa per i lubrificanti varii ammontò a » 6.500

La spesa per i materiali di consumo e manutenzione ammontò a » 6.000

cioè si ebbe una spesa totale di L. 20.000

Il numero delle vetture-chilometro percorse dalle tranvie urbane durante il 1911 fu di 790.000.

Il numero delle vetture-chilometro percorse dalle tranvie foresi fu di 371.000.

Il numero dei carri-chilometri percorsi fu di 100.000.

Tanto negli equipaggiamenti delle vetture urbane quanto in quelli delle vetture foresi si verificarono bruciature negli statori, mentre furono quasi nulle le bruciature degli indotti. Accadde l'inverso di quanto si verifica ordinariamente negli esercizi a corrente continua dove sono invece più numerose le bruciature degli indotti.

La riparazione degli equipaggiamenti induttori non è difficile e venne sempre eseguita nelle officine della tranvia.

Dalla statistica dei motori bruciati nei primi due anni di esercizio si deduce che le bruciature degli avvolgimenti statori si verificarono nella misura del 30 % dei motori installati, mentre quelle degli indotti non arrivarono all'1 per cento.

Le resistenze supplementari dell'indotto non causarono inconvenienti, e la commutazione si effettuò senza scintillio al collettore.

Nessun inconveniente dettero i trasformatori statici di 45 Kilowatt situati sulle tranvie foresi, e tutti gli altri apparecchi costituenti l'equipaggiamento si comportano in modo normale.

Il consumo medio di energia necessario per la trazione delle vetture cittadine (equipaggiate con motori Dery) risultò di 508 watt-ora per vettura-chilometro; le vetture pesano in media 10 tonnellate, si ebbe perciò un consumo di 50,8 watt-ora per tonnellata-chilometro.

In diverse corse di prova eseguite con le vetture Brown-Boveri (1) furono fatti parecchi rilievi per determinare l'intensità di corrente, la potenza assorbita ed il fattore di potenza, nonché la velocità media, e si ebbero i seguenti valori medi per esperienza:

Velocità in Km.-ora.	Kw.	Cos φ
28,—	15,700	0,890
25,—	17,250	0,895
18,5	12,220	0,817
25,—	14,000	0,900
17,5	15,660	0,836
17,5	14,700	0,827

Nelle corse di prova per collaudo delle vetture extra-urbane (motori Siemens-Schuckert) il consumo medio di energia risultò di 40 watt-ora per tonnellata-chilometro.

In servizio corrente il consumo di energia, tanto per le tranvie urbane come per quelle foresi, aumenta in ragione diretta del movimento viaggiatori, della stagione, ecc.

La velocità massima delle vetture foresi raggiunge i 65 chilometri l'ora e la velocità media oraria di servizio è di circa 21 chilometri all'ora. La velocità massima dei locomotori è di 22 chilometri all'ora.

La velocità delle vetture urbane è anche rilevante, ma può essere regolata per gradi a volontà del guidatore.

Quello di Parma è forse l'unico impianto di tranvie monofase in cui non venne adoperata la locomotiva a vapore per effettuare il traino dei convogli merci, perchè fu in tempo provveduto all'acquisto di locomotori elettrici aventi le caratteristiche atte ad ottenere un servizio di trasporti economico.

(1) Le prove di collaudo furono eseguite dagli ingegneri Semenza Guido, Donati Alfredo e Carpani Attilio.

Sia durante i lavori d'impianto, sia durante due anni di esercizio, non si è avuto alcun infortunio.

L'esperimento di Parma può dirsi pienamente riuscito, perchè si può fare il servizio merci e quello viaggiatori a velocità rilevanti ed in modo perfetto

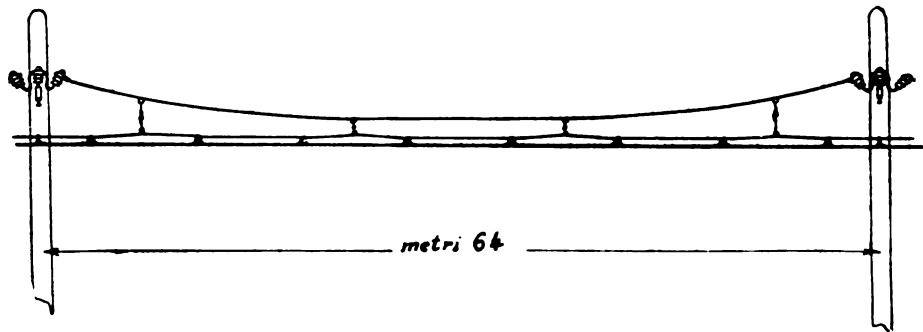


Fig. 2. — *Campata della linea aerea.*

con un'unica officina situata a Parma e con un filo di linea di soli 55 mmq. di sezione e con una spesa normale.

E se prossimamente la rete verrà ingrandita per l'estensione che sarà data alle attuali linee, tutto ciò potrà farsi senza bisogno di feeder, di sottostazioni o di altri ripieghi per provvedere all'alimentazione delle linee.

In conclusione, l'esperimento di Parma non risolve la questione, però i risultati ottenuti sono stati migliori di quelli preveduti e perfettamente rispondenti ai bisogni dell'impianto.

Parma, 7 maggio 1912.

Ing. E. VIGLIA.

N. 4.

SU UN TIPO DI TRASFORMATORE REGOLABILE

*(Comunicazione fatta dal Socio G. VALLAURI alla Sezione di Napoli
il 29 luglio 1912)*

I. GENERALITA'. — Nelle installazioni elettriche è spesso desiderabile e talvolta necessario poter regolare la tensione in una parte dell'impianto o ai morsetti di un apparecchio, indipendentemente dalla tensione prodotta dal generatore. Basti citare come esempi la regolazione separata dei vari alimentatori (feeders) collegati con le sbarre di una medesima centrale, o la successiva applicazione di diverse tensioni di avviamento e di regime a molti tipi di motori fissi o di trazione.

Dove si usa la corrente continua, non si può ricorrere per questi scopi se non all'impiego di reostati o di apparecchi dinamici, ma negli impianti a corrente alternata è possibile e spesso conveniente usare trasformatori statici, di cui il rapporto di trasformazione sia modificabile entro certi limiti (1). E poichè nei trasformatori del tipo ordinario il rapporto di trasformazione è strettamente legato a quello dei numeri delle spire, una prima soluzione del problema consiste nel variare il numero delle spire di uno dei due avvolgimenti (2) e nel costruire perciò un tipo di trasformatore, in cui il primario (od il secondario), oltre ad avere due prese terminali, ha anche alcune prese intermedie, che limitano determinati gruppi di spire. Ma poichè fra due prese successive sussiste una tensione, che è impossibile annullare senza annullare la tensione totale, di cui essa è un'aliquota, il passaggio del contatto da una presa all'altra offre alcune serie difficoltà. Queste sono analoghe a quelle, che si presentano nel far variare il punto di presa di un circuito a corrente continua lungo una serie di accumulatori. Infatti se, come spesso accade, non

(1) Quando la regolazione non deve estendersi fra limiti molto ampi, è conveniente non far passare tutta la potenza attraverso il trasformatore regolabile, ma affidare a questo il compito di produrre soltanto una tensione ausiliaria, variabile in grandezza od in fase, la quale, componendosi con la principale, dia una tensione risultante, variabile a sua volta fra i limiti desiderati.

(2) In generale si mantiene costante il numero delle spire in quello dei due circuiti, in cui agisce una tensione anch'essa costante, affinchè le condizioni di magnetizzazione del nucleo non mutino al variare del rapporto di trasformazione.

si può tollerare l'interruzione, neppure momentanea, della corrente nel circuito esterno, occorre aver già fatto il contatto con la nuova presa, prima di interrompere quello con l'antica; ma d'altro canto è inammissibile che questi due contatti simultanei formino un vero corto circuito fra le prese, perchè ciò sottoporrebbe al corto circuito tutto il trasformatore. Si deve pertanto ricorrere all'inserzione temporanea di adatte impedenze (1) fra i due contatti, al fine di limitare la corrente di c. c. ad un valore tollerabile. L'uso di queste resistenze induttive complica alquanto la costruzione degli apparecchi, specialmente per ciò che riguarda la serie di interruttori, mediante i quali ogni manovra di cambiamento di tensione deve essere eseguita in modo tale da escludere così il pericolo di c. c., come quello di interruzione della corrente principale. A ciò si aggiunge, che in ogni caso questo tipo di trasformatore non consente una regolazione graduale della tensione, poichè questa non può essere variata se non saltuariamente da una condizione di regime alla successiva.

Per eliminare tali inconvenienti si è ideata un'altra categoria di trasformatori regolabili, in cui il numero delle spire primarie e quello delle secondarie sono invariabili, ma muta il collegamento magnetico fra i due avvolgimenti, in quanto che l'uno è spostabile rispetto all'altro sia angolarmente, come accade nei così detti regolatori a induzione, sia linearmente, come in alcuni trasformatori per serie di lampade ad arco, sia infine con altri artifici. In tal guisa si ottiene una variazione veramente continua del rapporto di trasformazione, senza assoggettare l'apparecchio a condizioni temporanee di regime anormale. Ma per contro, in questi tipi di trasformatori, la necessità di avere parti mobili l'una rispetto all'altra fa sì, che l'utilizzazione dei materiali sia molto più bassa che nei trasformatori ordinari e più grande la complicazione costruttiva e più importanti le dispersioni magnetiche. Ne segue, che il rendimento ed il fattore di potenza primaria sono meno favorevoli e, quel che più monta, il costo è di gran lunga più elevato, che per i tipi comuni. Nel caso di trasformatori per locomotive o per automotrici si aggiunge ancora come elemento sfavorevole il forte aumento di peso.

Per tutte queste ragioni i costruttori sono spinti ad adottare in molti casi i trasformatori della prima categoria e a ricercare un tipo di trasformatore regolabile, che, pur conservando la semplicità di un trasformatore ordinario a più prese, sia soggetto a corti circuiti meno energici e però più facilmente attenuabili, durante le fasi di transizione, ed in pari tempo consenta di passare con continuità o almeno senza salti bruschi da una tensione di regime all'altra. Un dispositivo, che soddisfa in parte a questi requisiti e che, per quanto risulta, non sarebbe stato finora da altri proposto, è appunto l'oggetto del presente studio. Il concetto fondamentale ne è assai semplice: in luogo di

(1) Si usano resistenze fortemente induttive per il loro minor costo e per la minor quantità di energia da esse assorbita, in confronto con le resistenze puramente ohmiche.

adoperare un solo trasformatore a più prese, se ne adoperano due eguali e di metà potenza, collegando in serie tanto i primari quanto i secondari, e si cambia il rapporto di trasformazione (cioè si sposta il contatto da una presa alla successiva) non simultaneamente, ma susseguentemente nell'uno e nell'altro dei due trasformatori (1). Le cinque posizioni *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, per cui passa un tale sistema durante una variazione di tensione, sono rappresentate nella fig. 1. In questo modo non è indispensabile attenuare il corto circuito, poichè esso si verifica ad un dato istante solo in uno dei due trasformatori disposti in serie ed ha effetti assai limitati. Infatti, com'è noto, il primario di un trasformatore, di cui il secondario sia chiuso in c. c., si comporta approssimativamente come una resistenza più o meno induttiva, di ordine di grandezza pari a tre o quattro volte la sua resistenza ohmica vera. Se dunque uno dei due trasformatori è momentaneamente in c. c., la caduta di tensione fra gli estremi del suo primario è molto piccola e la tensione primaria si trova

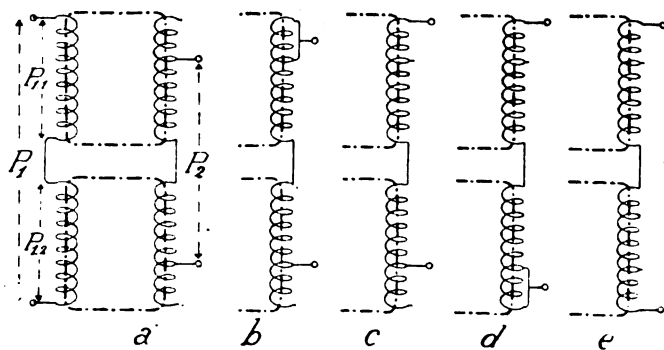


Fig. 1.

quasi per intero applicata all'altro trasformatore (2). Ne segue, che il flusso magnetico nel primo è debolissimo e quindi piccola la f. e. m., che agisce nel c. c.; il quale perciò, anche se chiuso senza alcuna resistenza ausiliaria, è attraversato da una corrente dello stesso ordine di grandezza, che quella normale. Passando dunque per le successive posizioni *a*, *b*, *c*, *d*, *e* della fig. 1, è possibile eseguire la variazione di tensione senza l'uso di resistenze. Naturalmente, in questo modo, eseguendosi quattro manovre istan-

(1) Questo principio si può evidentemente estendere al caso in cui si usino in modo analogo non due, ma tre o più trasformatori, collegati in serie.

(2) Giova subito rilevare, che il sopracarico temporaneo del 100 % nel secondo trasformatore non deve essere giudicato con i criteri, che si seguono per gli ordinari trasformatori a tensione costante. Infatti per questi esso significa il raddoppiarsi delle correnti ed è perciò difficilmente tollerabile sia per il rapido riscaldamento dei conduttori, sia per le azioni elettrodinamiche esercitate dalle correnti variabili sulle spire. Nel caso attuale invece è la tensione che si raddoppia, e se la saturazione del ferro non è eccessiva, le correnti restano presso che invariate, e sono le perdite magnetiche quelle che crescono a 3 o 4 volte il valore normale. Se l'isolamento degli avvolgimenti è sufficiente, questa condizione può essere sostenuta dal trasformatore per un tempo relativamente assai più lungo senza inconvenienti sensibili.

tanee e staccate, la variazione di tensione sarà discontinua. Ma nulla vieta, che il passaggio da a a b si faccia avvenire non istantaneamente, ma progressivamente chiudendo il c. c. su una resistenza, che vari da infinito a zero; che, compiuto il c. c. e fatto il passaggio del contatto dall'antica alla nuova presa, si passi progressivamente da b a c , aumentando la resistenza del c. c. da zero a infinito, e analogamente nelle fasi di variazione cd e de . Se dunque si ammette l'uso di reostati, il dispositivo consente una variazione continua della tensione fra l'uno e l'altro valore di regime.

Un esame così qualitativo e sommario dell'apparecchio lascia tuttavia adito a molti dubbi, i quali riguardano principalmente: la grandezza della corrente di c. c., l'estensione delle variazioni di tensione che si possono compiere, il modo di comportarsi con diversi carichi e con diversi fattori di potenza, le caratteristiche del trasformatore nella sua condizione intermedia c della fig. 1, le differenti conseguenze dell'uso di reostati ohmici od induttivi, gli effetti della saturazione magnetica dei nuclei ecc. ecc. Per chiarire questi dubbi il dispositivo in esame è stato studiato più a fondo così teoricamente, come sperimentalmente.

II. TEORIA. — Scopo del presente studio è, come si è detto, quello di esaminare le condizioni di funzionamento, che il trasformatore doppio attraversa nelle varie fasi a, b, c, d, e (fig. 1) di un cambiamento di tensione, durante le quali esso ha proprietà diverse da quelle di un trasformatore ordinario. È quindi opportuno, sia per semplificare i procedimenti analitici, sia per poter fare agevolmente confronti e dedurre criteri pratici di giudizio, eliminare dalla teoria tutti quegli elementi, che entrano egualmente in giuoco così negli ordinari trasformatori a rapporto costante, come nell'apparecchio in questione. In tal modo tutte le proprietà, che si dedurranno per quest'ultimo, avranno senz'altro il carattere, non di proprietà assolute, ma di proprietà relative, riferite a quelle dei trasformatori comuni. Giova pertanto ammettere trascurabili le resistenze ohmiche degli avvolgimenti, trascurabili le dispersioni di flusso e le perdite per isteresi e per correnti parassite, costante la permeabilità magnetica dei nuclei e quindi anche la riluttanza dei circuiti magnetici, sinoidale la legge di variazione di tutte le grandezze alternative. Si supponga che, fra i due circuiti, quello fornito di varie prese sia ad es. il secondario e si consideri una condizione qualunque di funzionamento, inter-

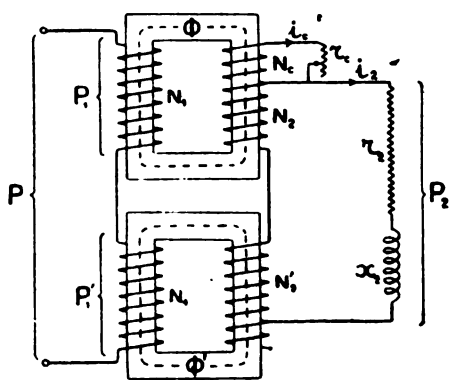


FIG. 2.

media fra due successive della fig. 1 e perciò corrispondente ad un certo valore r^2 della resistenza esterna variabile, mediante la quale si regola la corrente I^2 di corto circuito. La condizione intermedia considerata è rappresentata nella fig. 2, in cui sono segnati i simboli adottati per la teoria. Si sup-

ponga per ora che si usino reostati non induttivi, che cioè la r_s sia una resistenza ohmica e la I_c abbia perciò la medesima fase della tensione P_c , che la alimenta. Siano dati: la tensione primaria P ; la frequenza n ; l'impedenza λ_2 del circuito secondario, risultante da una resistenza ohmica r_2 e da una reattanza x_2 , che si ritengono costanti durante la variazione di tensione (1); il numero delle spire primarie N_1 , eguale per ciascuno dei due trasformatori; i numeri delle spire secondarie N_2 ed N'_2 inserite nel circuito di utilizzazione e avvolte rispettivamente sul trasformatore in c. c. e su l'altro (2); il numero N_c delle spire chiuse sul c. c.; la riluttanza R di ciascuno dei due circuiti magnetici eguali. Se si assumono come incognite le tre correnti I_1 , I_2 , I_c ed i due flussi magnetici Φ e Φ' , si può stabilire fra i valori istantanei delle varie grandezze, il seguente sistema di equazioni (ove $m = 2\pi n$):

$$\left\{ \begin{array}{l} p - N_1 \frac{d\varphi}{dt} - N_1 \frac{d\varphi'}{dt} = 0 \\ -N_c \frac{d\varphi}{dt} - r_c i_c = 0 \\ -N_2 \frac{d\varphi}{dt} - N'_2 \frac{d\varphi'}{dt} - \frac{x_2}{m} \frac{di_2}{dt} - r_2 i_2 = 0 \\ R\varphi - N_1 i_1 - N_c i_c - N_2 i_2 = 0 \\ R\varphi' - N_1 i_1 - N'_2 i_2 = 0. \end{array} \right.$$

La risoluzione di questo sistema è alquanto complessa e richiede l'uso di qualche noto artificio, ma non offre alcuna difficoltà teorica. Se si assume, che il vettore P della tensione applicata al primario abbia fase nulla e coincida con l'asse delle y , così che le sue componenti siano $P_x = 0$ e $P_y = P$, e che la rotazione dei vettori avvenga in senso opposto a quello delle lancette dell'orologio, si hanno, risolvendo il sistema rispetto al flusso Φ , le seguenti espressioni per le due componenti di codesto vettore:

$$\Phi_x = \frac{vc}{\lambda} \left[h^2 (cl^3 + a^2 l + 8cf^2) + 2cfghl(2+l) \right]$$

$$\Phi_y = \frac{vc}{\lambda} \left[2cfhl(2-l) - a^2 h^2 (2fh + gl) \right]$$

(1) In questo caso la potenza varia proporzionalmente a P_2^2 . Si potrebbe anche assegnare a λ_2 una definita legge di variazione, supponendo ad es. che $\cos \varphi_2$ rimanesse costante, ma che λ_2 variasse proporzionalmente a P_2 (potenza proporzionale a P_2) oppure proporzionalmente a P_2^2 (potenza costante).

(2) Si vede facilmente che nella fase ab della fig. 1 è $N_2 = N'_2$, nella bc $N_2 = N'_2 + N_c$, nella cd (nella quale, come nella seguente, i simboli senza apice sono relativi al trasformatore di sotto, che è ora in c c) $N_2 = N'_2 - N_c$ e nella de $N_2 = N'_2$.

essendo: $\Delta = c^2 h^2 l^4 + 16 c^2 f^2 h^2 + a^4 h^4 + 8 c^2 f g h l^2 + 2 a^2 c h^2 l^2$;

ove si sono usati i seguenti parametri (1):

$$a = \frac{N_c}{N'_2}; \quad c = \frac{r_c}{r_2}; \quad f = \frac{\lambda_2 R}{2m N'^2_2}; \quad g = \frac{x_2}{r_2} = t g \varphi_2;$$

$$h = \sqrt{1 + g^2} = \frac{\lambda_2}{r_2} = \sec \varphi_2; \quad l = \frac{N'_2 - N_2}{N'_2}; \quad v = \frac{P}{m N_1}.$$

Determinato così in grandezza e direzione il vettore Φ , se ne deducono facilmente gli altri Φ' , I_1 , I_2 , I_c , mediante le equazioni del sistema, e da questi i vettori P_1 , P_1' e P_2 con le relazioni:

$$p_1 = N_1 \frac{d\varphi}{dt}; \quad p_1' = N_1 \frac{d\varphi'}{dt}; \quad p_2 = -N_2 \frac{d\varphi}{dt} - N'_2 \frac{d\varphi'}{dt} = r_2 i_2 + \frac{x_2}{m} \frac{di_2}{dt}$$

Le espressioni, dedotte nel modo indicato, rappresentano i singoli vettori in corrispondenza di un dato valore dell'a resistenza di corto circuito r_c e quindi del parametro c . Per esaminare i mutamenti, che intervengono lungo una fase di variazione come la ab , la bc ecc. della fig. 1, occorre far variare r_c ossia c tra ∞ e 0 . Giova perciò determinare analiticamente il luogo descritto dagli estremi di ciascun vettore durante questa variazione.

L'equazione del luogo, riferita a un sistema di coordinate cartesiane, è già data, in notazione parametrica rispetto al parametro indipendente c , dalle espressioni delle due componenti del vettore secondo gli assi coordinati. Eliminando il parametro c fra le due eguaglianze, si ha l'equazione del luogo, che per tutti i vettori considerati risulta essere un cerchio. Le coordinate del centro ed il raggio di ciascuno di questi cerchi son riportati nella seguente tabella:

(1) L'uso di questi parametri, i quali, tranne v , son tutti numeri puri, è suggerito da evidenti scopi di semplificazione. L'espressione del parametro f , leggermente più complicata che le altre, è stata scelta per dare ad f il significato pratico di rapporto fra la corrente di magnetizzazione I_m e la corrente di lavoro I_2 . Infatti, se si considera il trasformatore a regime con N'_2 spire secondarie su ciascun nucleo e senza corto circuito, si hanno le seguenti relazioni:

$$I_2 = \frac{E_2}{\lambda_2} = 2 \frac{m N'_2 \Phi'}{\lambda_2} = \frac{I_m}{f} \quad \Phi' R = N'_2 I_m$$

$$f = \frac{\lambda_2 I_m}{2 m N'_2 \Phi'} = \frac{\lambda_2 R}{2 m N'^2_2}.$$

Vettore	Ascissa del centro	Ordinata del centro	Raggio
P_1	$z = -P \frac{l}{2(gl^2 + 4fh)}$	$\hat{\beta} = P \frac{2fh + gl}{2(gl^2 + 4fh)}$	$r = \sqrt{z^2 + \hat{\beta}^2}$
P'_1	$-z$	$P - \hat{\beta}$	r
P_2	$z' = \frac{N'_2 - N_2}{N_1} z$	$\hat{\beta}' = \frac{N'_2 - N_2}{N_1} \hat{\beta} - \frac{N'_2}{N_1} P$	$r' = \frac{N'_2 - N_2}{N_1} r$
I_2	$z'' = \frac{r_2 z' + x_2 \hat{\beta}'}{\lambda_2^2}$	$\hat{\beta}'' = \frac{r_2 \hat{\beta}' - x_2 z'}{\lambda_2^2}$	$r'' = \frac{r'}{\lambda_2}$
I_1	$-\frac{R \frac{N_2}{N_1} P + A \hat{\beta}'' + B z''}{m N_1 (N'_2 - N_2)}$	$\frac{A z'' - B \hat{\beta}''}{m N_1 (N'_2 - N_2)}$	$r'' = \frac{\sqrt{A^2 + B^2}}{m N_1 (N'_2 - N_2)}$
I_c	$-\frac{R \frac{N'_2 + N_2}{N_1} P + A' \hat{\beta}'' + B' z''}{m N_c (N'_2 - N_2)}$	$-\frac{A' z'' - B' \hat{\beta}''}{m N_c (N'_2 - N_2)}$	$r'' = \frac{\sqrt{A'^2 + B'^2}}{m N_c (N'_2 - N_2)}$

$$\text{ove } \begin{cases} A = r_2 R \\ B = x_2 R + m N_2 (N'_2 - N_2) \end{cases} \quad \begin{cases} A' = 2 r_1 R \\ B' = 2 x_2 R + m (N'_2 - N_2)^2 \end{cases}$$

Le espressioni relative ad I_1 e ad I_c , riportate nella tabella, divengono indeterminate nel caso particolare, in cui $N'_2 = N_2$.

Calcolando a parte per questo caso i luoghi degli estremi dei vettori I_1 ed I_c , si trova che anch'essi sono cerchi ed hanno le seguenti coordinate del centro ed i seguenti raggi:

Vettore	Ascissa del centro	Ordinata del centro	Raggio
I_1	$\left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 \frac{x_2}{\lambda_2^2} P + \frac{R}{m N_1^2} (P - \hat{\beta})$	$\left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 \frac{r_2}{\lambda_2^2} P + \frac{R}{m N_1^2} z$	$\frac{R}{m N_1^2} r$
I_c	$-\frac{R}{m N_1 N_c} (P - 2\hat{\beta})$	$-\frac{R}{m N_1 N_c} 2z$	$\frac{R}{m N_1 N_c} 2r$

Con l'aiuto delle relazioni analitiche così dedotte è stata costruita la fig. 3, ove sono disegnati gli archi di cerchio, lungo i quali successivamente si spostano gli estremi dei singoli vettori, durante le quattro fasi *ab*, *bc*, *cd*, *de* della fig. 1, che corrispondono nel loro insieme ad una determinata variazione di tensione. Nella scelta dei dati numerici, necessari per costruire la figura, si è supposto: che il rapporto di trasformazione debba essere variato da $\frac{2}{3}$ ad 1, che cioè la variazione della tensione secondaria sia pari al 50 % della tensione minore, ossia al 33,3 % della maggiore, che quest'ul-

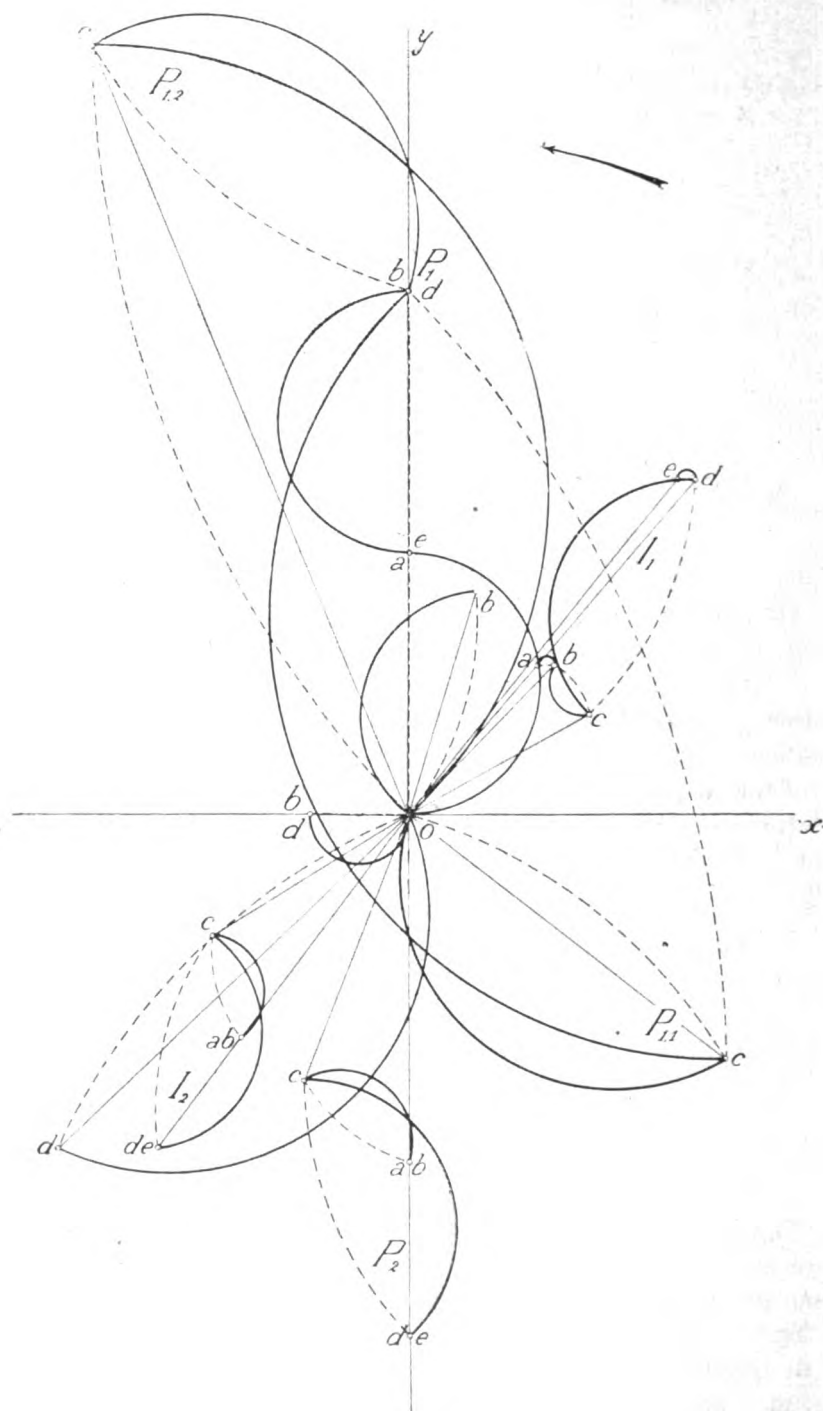


Fig. 3.

tima eguagli la tensione primaria, che il fattore di potenza nel secondario sia 0,80 e che il coefficiente f della corrente magnetizzante sia a pieno carico eguale al 4 % (1). La scala delle correnti è stata definita, rispetto a quella delle tensioni, ponendo $r_2 = 1$. Per evitare confusione si è conservato durante le 4 fasi lo stesso simbolo $P_{1.1}$ alla tensione primaria ai capi del trasformatore, che va in corto circuito in b , ed il simbolo $P_{1.2}$ a quella del trasformatore, che va in corto circuito in d . Ne segue, che durante le prime due fasi è $P_{1.1}$ che coincide con il P_1 della teoria, e durante le altre due è $P_{1.2}$.

Si segua ora sulla fig. 3 la variazione dei singoli vettori durante il mutamento di tensione. Nella fig. 3 le lettere a, b, c, d, e contrassegnano i valori assunti da ciascun vettore nelle successive condizioni rappresentate dalla fig. 1. In a la tensione primaria totale P_1 , coincidente con l'asse oy , si divide egualmente fra i due trasformatori, così che tanto la $P_{1.1}$ quanto la $P_{1.2}$ sono eguali a $\frac{P_1}{2}$. La tensione secondaria P_2 è in opposizione rispetto alla P_1 ed eguale a $\frac{2}{3}$ di essa. La corrente secondaria I_2 è spostata di un angolo di ritardo $\varphi_2 = \arccos 0,8$ rispetto alla P_2 . La corrente primaria I_1 risulta dalla composizione della corrente di lavoro, opposta alla corrente secondaria ed eguale a $\frac{2}{3}$ di essa, con la piccola corrente magnetizzante, in quadratura rispetto alla P_1 . La r_c è infinita e quindi la I_c nulla.

Nella fase di variazione ab tutti i vettori descrivono in figura con i loro estremi gli archi di cerchio ab . Riducendo la resistenza di c. c. r_c da ∞ a 0, la tensione $P_{1.1}$ del trasformatore che va in c. c. deve andare scemando da $\frac{P}{2}$ a zero; questa variazione avviene lungo il semicerchio che parte da a , su l'asse delle y , e termina a zero. Contemporaneamente la $P_{1.2}$ varia lungo l'altro semicerchio, che parte dal medesimo punto a e termina a b , su l'asse delle y dove $P_{1.2} = P_1$. La P_2 , e quindi anche la I_2 , restano invariate (2). Il vettore I_c della corrente di c. c. varia da zero ad un valore massimo, descrivendo col suo estremo un semicerchio dall'origine fino al punto b su l'asse negativo delle x . La I_1 subisce una corrispondente variazione per diminuire, fino ad annullarla, la f. m. m. agente sul nucleo del trasformatore 1 ed aumentare, fino a raddoppiarla, la corrente magnetizzante nel trasformatore 2.

Nella condizione b , cioè nell'istante in cui il contatto si sposta dall'antica presa alla nuova nel primo trasformatore, la corrente di c. c. I_c muta dal vettore Ob , diretto secondo l'asse negativo delle x , all'altro vettore Ob giacente

(1) Perciò $f = 0,09$ nelle due prime fasi ed $f = 0,04$ nelle altre due.

(2) Infatti durante questa fase non avviene altro che un mutamento nel modo com'è distribuita la potenza totale fra i due trasformatori: all'inizio ciascuno di essi trasforma metà della potenza totale, mentre alla fine il secondo trasforma da solo tutta la potenza; ma poichè sia per l'intero aggregato, sia per il solo trasformatore 2 il rapporto di trasformazione è il medesimo, la tensione secondaria non deve subire variazioni.

nel primo quadrante, poco discosto dall'asse delle y . Questo mutamento improvviso non rappresenta tuttavia una discontinuità nel fenomeno, ma soltanto nel modo di definire la corrente di c. c., del che si può facilmente rendersi ragione nel modo seguente. Durante la fase ab si considera come corrente di c. c.

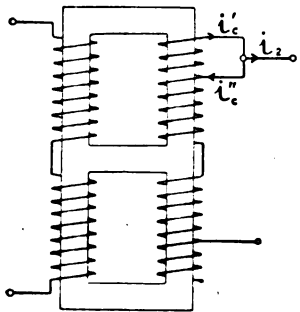


Fig. 4.

la i'_c della fig. 4, laddove nella fase bc si considera come tale la i''_c . Nella condizione b si cessa dunque di misurare la corrente di c. c. i'_c e si comincia a misurare la i''_c ; è quindi da attendersi che l'una differisca dall'altra in modo da verificare la relazione $i''_c = i'_c - i_2$. A questa relazione soddisfano infatti geometricamente i corrispondenti vettori della fig. 3. Tutte le altre grandezze non subiscono discontinuità; quindi per ciascuna di esse si ha in figura una serie di archi di cerchio ab, bc, cd, de , collegati fra loro per gli estremi corrispondenti.

Nella fase seconda bc , facendosi crescere la resistenza di c. c. da zero a infinito, la corrente I_c si riduce progressivamente a zero lungo l'arco di cerchio disegnato in figura e tutti gli altri vettori descrivono coi loro estremi i rispettivi archi bc . La condizione intermedia c è quell'a di un sistema di due trasformatori collegati in serie e aventi rapporti di trasformazione differenti (1). Con i valori numerici scelti per costruire la figura, sarebbe in c la tensione secondaria P_2 alquanto minore che quella iniziale e le due componenti $P_{1.1}$ e $P_{1.2}$ della tensione primaria P_1 sarebbero quasi in opposizione, così che la $P_{1.2}$ risulterebbe sensibilmente più grande che l'intera P_1 . Ma tutte queste condizioni

(1) Lo studio di questo aggregato di due trasformatori può farsi a parte, indipendentemente dalla trattazione che qui si svolge, ma giova a tal uopo utilizzare le espressioni generali trovate in principio per le componenti secondo gli assi x ed y dei singoli vettori. Quando in tali espressioni si faccia $r = \infty$ e si consideri come parametro indipendente da eliminarsi la f , si hanno le equazioni delle caratteristiche del trasformatore composito; intendendo per caratteristiche i luoghi dei singoli vettori al variare del carico, cioè al variare di λ_2 per $\cos \varphi_2 = \text{cost}$. Si trova che anche questi luoghi sono cerchi ed in particolare quello di P_2 ha per coordinate del centro e per raggio

$$\alpha' = -\beta' \operatorname{tg} \varphi_2; \quad \beta' = -P_1 \frac{N'_2 + N_2}{2 N_1}; \quad r' = \sqrt{\alpha'^2 + \beta'^2};$$

così che a vuoto la tensione secondaria è $2\beta' = -P_1 \frac{N'_2 + N_2}{2 N_1}$, ossia il rapporto totale di trasformazione è a vuoto la media dei rapporti di trasformazione dei due trasformatori singoli e va mutando al variare del carico. Il cerchio della corrente I_2 è individuato da

$$\alpha'' = -P_1 \frac{R(N'_2 + N_2)}{2 m N_1 (N'_2 - N_2)^2}; \quad \beta'' = -\alpha'' \operatorname{tg} \varphi_2; \quad r'' = \sqrt{\alpha''^2 + \beta''^2}$$

onde la corrente secondaria, quando tutto l'aggregato è chiuso in c. c., è pari a $2\alpha''$ ecc.

variano di molto al variare del carico, del fattore di potenza, dell'ampiezza del cambiamento di tensione che si vuole eseguire, ecc. In particolare nel funzionamento a vuoto ($\lambda_2 = \infty$) durante la fase $b c$ tutti i vettori descriverebbero di nuovo in senso inverso i semicerchi descritti durante la $a b$, tranne il vettore P_2 , che, percorrendo con il suo estremo un piccolo semicerchio, salirebbe ad una tensione $P_1 \frac{N_2' + N_2}{2 N_1}$ media fra quella iniziale e quella finale.

Nella fase $c d$ si succedono variazioni analoghe a quelle già descritte, mentre la corrente di c. c. I_c sale ai suoi valori più elevati, raggiungendo in d un massimo (che in figura cade nel 3° quadrante), il quale, nel caso particolare considerato, è di poco maggiore che quello della corrente utile I_2 . Nella condizione d il trasformatore 2 è in $c c$ e quindi $P_{1,2} = 0$, $P_{1,1} = P_1$.

Nell'ultima fase $d e$ la P_2 , già eguale a P_1 , e quindi anche la I_2 non mutano più e, mentre la I torna a zero lungo lo stesso semicerchio seguito durante la fase $a b$, la potenza si distribuisce di nuovo egualmente fra i due trasformatori, le cui singole tensioni primarie tornano al medesimo valore $\frac{P_1}{2}$ variando lungo i due semicerchi dell'a prima fase.

La variazione delle singole grandezze, durante la manovra per il cambiamento di tensione, può forse essere seguita più agevolmente, tralasciando di considerare la fase dei vettori e riportandone soltanto l'ampiezza, o il valore efficace, in un determinato diagramma cartesiano. Quest'ultimo può essere costruito in modo, che i tratti di ascissa corrispondenti a ciascuna delle fasi $a b$, $b c$, $c d$, $d e$ siano fra loro eguali e che durante ciascuna fase la variazione di I_c sia lineare. Il diagramma ricavato con queste norme dalla fig. 3 è riprodotto nella fig. 5, ove, oltre al modo di variare delle tensioni e delle correnti, è rappresentato anche quello del rendimento η e del $\cos \varphi_1$, che facilmente si deducono con mezzi grafici dalla fig. 3. Si noti che in ciascuna delle posizioni limite a , b , c , d , e il rendimento è 1; infatti nel c. c. non v'è dissipazione di energia, o perchè esso è aperto (a , c , e), o perchè ha resistenza nulla (b , d) e d'altro canto per le ipotesi fatte i trasformatori non hanno perdite proprie. Ma nelle condizioni intermedie il rendimento scende al di sotto di 1, per effetto dell'energia dissipata nel c. c., e questa riduzione è maggiore dove più intensa è la I_c , come ad es. nella fase $c d$.

Per eliminare queste riduzioni di rendimento ed eventualmente per diminuire il peso ed il costo dei reostati di c. c. può giovare l'uso di reostati induttivi. Questo caso può anche essere trattato analiticamente riferendosi alla condizione limite, in cui il fattore di potenza nel c. c. $\cos \varphi_c$ sia zero. Le cinque equazioni del sistema fondamentale restano immutate tranne la seconda, che diventa

$$-N_c \frac{d\varphi}{dt} - \frac{x_c}{m} \frac{di_c}{dt} = 0,$$

e il procedimento analitico può essere svolto in modo analogo. Esso conduce ancora alla determinazione di luoghi geometrici, i quali assumono nel dia-

gramma vettoriale la forma di archi di cerchio, degenerando nelle fasi ab e de in segmenti di retta. Le linee relative a questa ipotesi sono state disegnate a tratti così nella fig. 3 come nella fig. 5. In ciascuna di esse i singoli archi di

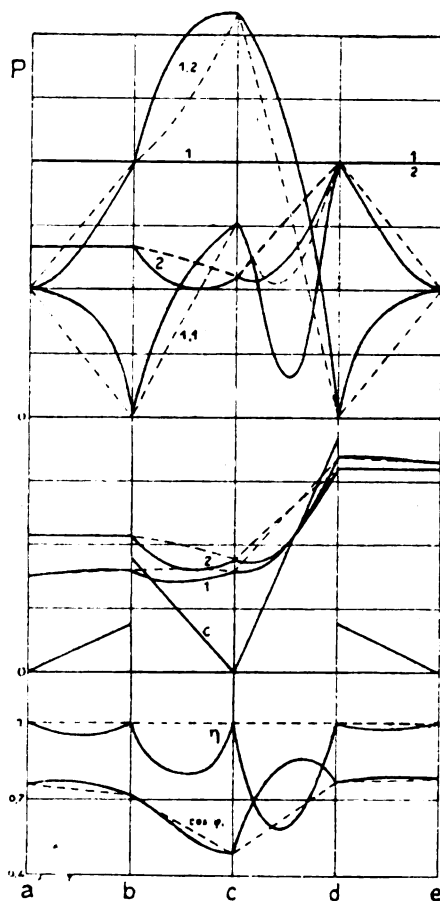


Fig. 5.

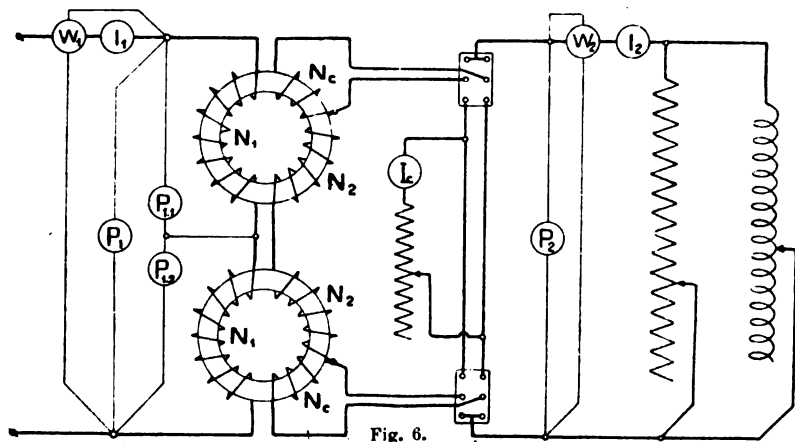
curva hanno gli estremi comuni con quelli degli archi relativi al caso precedente ($\cos \varphi_c = 1$), poichè le condizioni di c. c. aperto (a, c, e) o di c. c. completo (b, d) sono indipendenti dal valore di $\cos \varphi_c$. Nel caso ora considerato ($\cos \varphi_c = 0$) ed in base alle ipotesi ammesse, il rendimento teorico η deve evidentemente restare costante e pari all'unità durante tutta la variazione. Per valori di φ_c compresi fra 0 e $\frac{\pi}{2}$ le curve hanno un andamento intermedio fra i due disegnati in figura.

Se si vuole ancora considerare l'ipotesi, che, per non dissipare energia nel c. c., lo si chiuda, non sopra una selfinduzione ($\varphi_c > 0$), ma sopra una capacità ($\varphi_c < 0$), variabile da 0 a ∞ e viceversa, si trova, per il caso limite in cui $\varphi_c = -\frac{\pi}{2}$, che i luoghi della fig. 3 sono ancora i medesimi cerchi del caso precedente ($\varphi_c = \frac{\pi}{2}$), ma che gli archi descritti dai vettori non sono i me-

desimi, cioè quelli designati a tratti nella figura, bensì gli opposti. Si rileva subito ciò che era facile prevedere, che cioè in questo caso, assumendo successivamente la capacità tutti i valori possibili, si verificano nel c. c. condizioni intermedie di risonanza, per effetto delle quali la corrente può salire a valori molto più elevati, che quelli del c. c. completo. Ciò sarebbe in pratica un notevole inconveniente.

Anche limitandosi a considerare il solo caso, in cui vengano usati reostati di c. c. non induttivi ($\cos \varphi_c = 1$), la teoria può subire altrettanti svolgimenti, quanti sono i fattori (carico, $\cos \varphi_2$, ampiezza relativa del mutamento di tensione da conseguirsi con un manovra, ecc.), di cui si vuole esaminare l'influenza sul modo di comportarsi del sistema. Ma poichè le deduzioni teoriche sono così ben confermate dalle esperienze, che un esame dei risultati di queste equivale in gran parte ad una esposizione di quelle, e poichè d'altro canto nelle esperienze si rivelano anche quegli effetti, che nello stabilire la teoria sono stati trascurati, sembra superfluo riportare i successivi svolgimenti analitici ed opportuno invece riferire senz'altro i risultati delle esperienze.

III. PROVE SPERIMENTALI. — Nelle prove sperimentali sono stati usati due trasformatori eguali, di forma torica. I loro nuclei magnetici sono costituiti ciascuno da 50 anelli di lamiera di spessore medio cm. 0,046, aventi un diametro interno $d_1 = 20$ cm. ed uno esterno $d_2 = 29$ cm., così da formare un peso di ferro di kg. 6,100. Su ciascun anello sono avvolti uniformemente in più strati un circuito primario di $N_1 = 659$ spire ed un secondario di $N'_2 = N_2 + N_c = 620$ spire. Il circuito secondario è fornito di parecchie prese, così che è possibile dare diversi valori al numero N_2 delle spire, che alimentano il



circuito esterno nella condizione iniziale a . Corrispondentemente assume anche diversi valori il numero $N_c = N'_2 - N_2 = 620 - N_2$ delle spire, che passano durante la manovra per un temporaneo c. c. e si trovano poi, nella condizione finale e , inserite nel circuito secondario. Gli avvolgimenti sono di filo di rame isolato, della sezione di circa 1 mm.² e possono sopportare senza eccessivo riscaldamento una corrente di 3 ÷ 4 ampère. Lo schema dei circuiti è rappresentato nella fig. 6: il primario viene alimentato con corrente alternata a

42 periodi, derivata dalla rete di città attraverso un regolatore a induzione, mediante il quale si mantiene costante la tensione primaria P_1 . Nel primario sono inseriti, oltre al voltmetro P_1 , l'amperometro I_1 ed il wattometro W_1 e per di più, fra i capi dei primari dei singoli trasformatori, i voltometri $P_{1.1}$ e $P_{1.2}$. Questi ultimi sono del tipo elettrostatico, affinché, anche nelle condizioni di funzionamento a vuoto, la distribuzione delle tensioni fra i due trasformatori non sia perturbata. Gli avvolgimenti secondari, il reostato di c. c. e il circuito di utilizzazione fanno capo a due commutatori a pozzetti di mercurio, che permettono di eseguire le manovre relative al cambiamento di tensione, ossia la inserzione del reostato di c. c. fra i due estremi dei gruppi di spire secondarie N_c ed il passaggio del contatto con il circuito di utilizzazione dall'uno all'altro di quei due estremi. Nel circuito di utilizzazione, costituito da reostati induttivi e non induttivi, sono inseriti il voltmetro P_2 , l'amperometro I_2 ed il wattometro W_2 , nel c. c. l'amperometro I . Il voltmetro P_2 è anch'esso elettrostatico, affinché nelle misure a vuoto, interrompendo il circuito voltmetrico del wattometro, si abbia effettivamente un carico nullo.

Sono state assunte come condizioni medie quelle, in cui la tensione primaria P_1 è di 210 volt (cui corrisponde, ammettendo la legge di variazione sinoidale, una $B_{max} = 8250$); l'impedenza λ_2 del circuito di utilizzazione è tale, che la corrente nella fase finale e sia di circa 3.5 ampère, il fattore di potenza nel secondario $\cos \varphi_2 = 0,75 \div 0,80$ e il numero N_c delle spire da chiudere temporaneamente in c. c. è 155, così che il cambiamento del rapporto di trasformazione risulta di $\frac{N_c}{N_2} = \frac{155}{465}$ (33,3 %) rispetto alla tensione minore e quindi di $\frac{N_c}{N_2} = \frac{155}{620}$ (25 %) rispetto alla maggiore. Ogni serie di misure si ri-

ferisce ad una manovra di variazione di tensione, cioè allo svolgimento successivo delle fasi già descritte da a ad e per dati valori di P_1 , λ_2 , $\cos \varphi_2$, N_1 , N_c . Oltre che nelle condizioni limite a , b , c , d , e , le misure vengono eseguite anche in due condizioni intermedie per ciascuna delle fasi di variazione ab , bc , cd , de . I risultati di una serie di misure, relativa alle condizioni medie ora riferite, sono riportati come esempio nella tabella seguente:

$$P_1 = 210 \quad \lambda_2 = 54 \quad \cos \varphi_2 = 0,77 \quad N_2 = 465 \quad N_c = 155$$

	P_1	I_1	W_1	$P_{1,1}$	$P_{1,2}$	I_c	P_2	I_2	W_2	η	$\cos \varphi_1$
a	210	2,04	320	103	115	0	142	2,57	280	0,87	0,75
»		2,14	350	83	158	1,00	142	2,58	283	0,81	0,78
»		2,41	368	59	184	2,35	143	2,60	285	0,78	0,73
b	»	2,77	372	25	200	} $\begin{matrix} 4,20 \\ 2,84 \end{matrix}$	144	2,63	291	0,78	0,64
»		2,73	384	57	200		146	2,64	293	0,76	0,67
»		2,62	382	77	202	0,84	147	2,67	297	0,78	0,69
c	»	2,54	379	98	206	0	148	2,71	304	0,80	0,71
»		2,71	470	62	173	2,09	151	2,76	317	0,67	0,83
»		3,28	575	135	102	3,92	171	3,18	420	0,73	0,83
d	»	3,94	640	199	15	} $\begin{matrix} 6,00 \\ 3,11 \end{matrix}$	186	3,54	504	0,79	0,77
»		3,78	635	177	55		186	3,54	508	0,80	0,80
»		3,61	620	147	88	0,90	186	3,54	510	0,82	0,82
e	»	3,53	600	103	115	0	186	3,55	513	0,86	0,81

Mediante ciascuna serie di misure si sono costruiti i corrispondenti diagrammi, analoghi a quelli della fig. 5. A tal uopo si è diviso il tratto in figura dell'asse delle ascisse in 4 parti eguali, corrispondenti alle 4 fasi successive *ab*, *bc*, *cd*, *de*; si sono stabilite le scale delle ordinate e mediante i valori di I_c in *b* ed in *d* si sono costruiti i diagrammi rettilinei della I_c . Riportando su queste rette i valori intermedi misurati, risultano definite le ascisse a cui riferire tutti gli altri valori sperimentali. Si hanno così nelle fig. 7 a 11 dall'alto in basso successivamente i diagrammi delle tensioni (il diagramma rettilineo della tensione primaria $P_1 = \text{cost.}$ quello della $P_{1,1}$ ai capi del trasformatore, che va in c. c. in *b*, quello della $P_{1,2}$ ai capi dell'altro trasformatore, che va in c. c. in *d*, e infine quello della tensione secondaria P_2), delle correnti (i diagrammi rettilinei della I_c , quello della corrente primaria I_1 ed eventualmente quello della secondaria I_2 , sebbene non necessario, perchè già definito dal diagramma di P_2 e dal valore costante di λ_2), del rendimento η e del fattore di potenza primario $\cos \varphi_1$.

Per esaminare l'influenza, che ciascuno dei vari elementi caratteristici esercita sul comportamento del sistema, si sono eseguiti gruppi di misure, assegnando successivamente all'elemento prescelto tre distinti valori e mantenendo costanti tutti gli altri. I risultati di ciascuno di questi gruppi di misure sono riprodotti graficamente in una delle fig. 7 a 11. Così la fig. 7 si riferisce a tre serie eseguite mantenendo costanti $P_1 = 210$, $\cos \varphi_2 = 0,77 \div 0,79$, $N_2 = 465$,

$N_c = 155$ e variando invece il carico. La prima serie è a vuoto ($\lambda_2 = \infty$), la seconda a un carico ridotto ($\lambda_2 = 104$) e la terza a carico normale ($\lambda_2 = 54$). Nel funzionamento a vuoto le tensioni parziali $P_{1.1}$, $P_{1.2}$ seguono due andamenti simmetrici, così da assumere in a , c , e valori eguali, se si trascurano le piccole discrepanze, dovute certamente a differenze nella struttura o nelle proprietà magnetiche dei due trasformatori. Al crescere del carico, l'andamento di queste curve si modifica sensibilmente nelle due fasi intermedie bc , cd , avvicinandosi a quello previsto dalla teoria per il caso numerico ivi considerato. Ciò rivela l'esistenza di notevoli spostamenti di fase fra le due tensioni e una ripartizione squilibrata del carico fra i due trasformatori. La tensione secondaria P_2 , in accordo con la teoria e con tutte le esperienze eseguite, non subisce nelle due fasi estreme ab e de alcuna sensibile variazione, così che il desiderato mutamento di tensione si produce nelle due fasi intermedie. Esso avviene in modo diverso al variare del carico, poichè mentre a vuoto si ha in c una tensione media fra le due estreme, al crescere del carico la variazione si svolge in modo preponderante nella terza fase cd e si accenna anche una lieve temporanea discesa della tensione. Le correnti di c. c. I_c , che a vuoto sono eguali nelle 4 fasi, si vanno sempre più differenziando col carico e crescono nella terza fase cd (che è sempre quella in cui si verificano le condizioni meno favorevoli), mentre diminuiscono nelle altre tre. La corrente primaria I_1 presenta due massimi in b ed in d , sia per far equilibrio alla corrente di c. c. in uno dei trasformatori, sia per sopperire la necessaria forza magnetizzante all'altro, che deve raggiungere una saturazione presso che doppia del normale. La I_2 è in ogni condizione proporzionale a P_2 . Il diagramma del rendimento η è costituito da 4 archi di curva che volgono la loro convessità verso il basso, perchè nelle condizioni intermedie il rendimento diminuisce a cagione dell'energia dispersa nel c. c.; questa diminuzione è massima nella terza fase cd . Per la stessa ragione, essendo il reostato di c. c. non induttivo, il fattore di potenza $\cos \varphi_1$ si eleva nelle condizioni intermedie e più specialmente in quelle della fase cd .

I diagrammi della fig. 8 si riferiscono alle misure eseguite per rilevare gli effetti della variazione di $\cos \varphi_2$. Nelle tre serie di esperienze si sono perciò mantenute costanti la tensione primaria, i numeri delle spire e la impedenza $\lambda_2 = 53 \div 54$, variando solo il $\cos \varphi_2$ da 1 a 0,77 a 0,53. I mutamenti nelle tensioni primarie non sono molto accentuati e nella tensione secondaria P_2 si va attenuando, al decrescere di $\cos \varphi_2$, quell'accenno ad una temporanea discesa, che si delinea all'inizio della fase cd . La massima corrente di c. c. (fase cd) cresce al diminuire di $\cos \varphi_2$ e cresce anche la corrente primaria I_1 . Il rendimento, come negli ordinari trasformatori, diminuisce di qualche per cento, mentre il $\cos \varphi_1$, passando da una serie all'altra, subisce variazioni dello stesso ordine di grandezza che quelle di $\cos \varphi_2$.

Nella fig. 9 son dimostrati gli effetti di un mutamento nel numero N_c delle spire, che son chiuse temporaneamente in c. c., e quindi anche nella variazione di tensione, che si consegue mediante il passaggio da a ad e . Perciò, mantenendo costanti $P_1 = 210$, $\lambda_2 = 53 \div 55$, $\cos \varphi_2 = 0,77 \div 0,78$, si sono

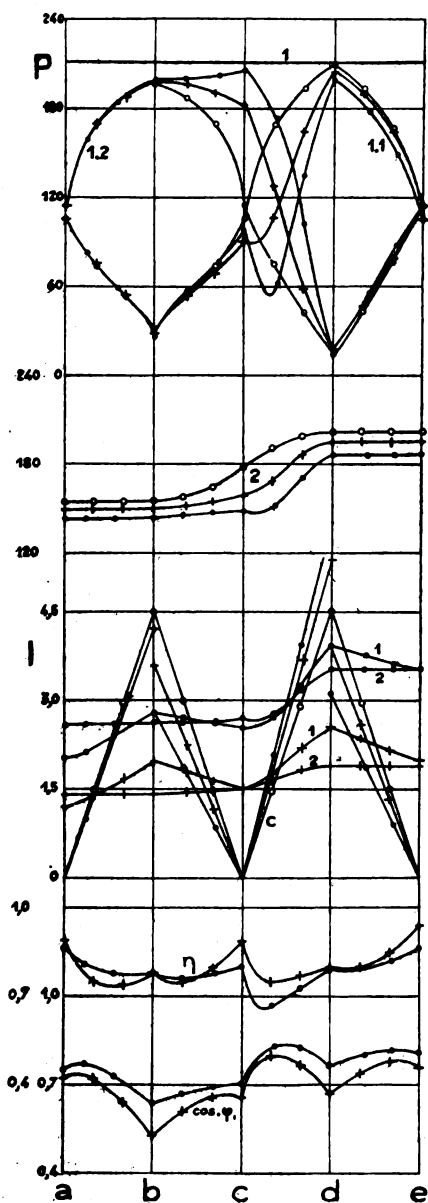


Fig. 7.

 $P_1 = 210 \quad N_2 = 465 \quad N_c = 155$

- | | | | |
|---|---|----------------------|-------------------------|
| } | ○ | $\lambda_2 = \infty$ | |
| | + | $\lambda_2 = 104$ | $\cos \varphi_2 = 0,79$ |
| | ● | $\lambda_2 = 54$ | $\cos \varphi_2 = 0,77$ |

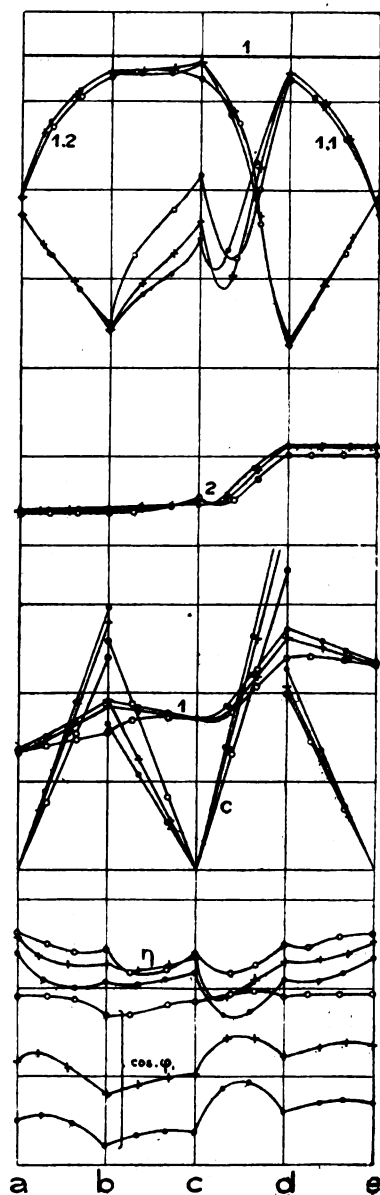


Fig. 8.

 $P_1 = 210 \quad N_2 = 465 \quad N_c = 155$

- | | | | |
|---|---|-------------------------|------------------|
| } | ○ | $\cos \varphi_2 = 1$ | $\lambda_2 = 53$ |
| | + | $\cos \varphi_2 = 0,77$ | $\lambda_2 = 54$ |
| | ● | $\cos \varphi_2 = 0,53$ | $\lambda_2 = 53$ |

eseguite tre serie di misure l'una con $\frac{N_c}{N_2} = \frac{75}{545}$ (13,8 %), l'altra con $\frac{N_c}{N_2} = \frac{155}{465}$ (33,3 %) e la terza con $\frac{N_c}{N_2} = \frac{305}{315}$ (97 %). Le curve delle $P_{1,1}$ e delle $P_{1,2}$ dimostrano, che gli squilibri nella distribuzione della tensione e del carico fra i due trasformatori sono tanto più accentuati, quanto maggiore è il rapporto $\frac{N_c}{N_2}$.

La variazione della P_2 durante le fasi intermedie diviene sempre meno uniforme dalla prima alla terza serie. Per contro la I_c va diminuendo, perchè, essendo molto cresciuto il numero N_c delle spire da essa attraversate, i medesimi effetti magnetici possono essere conseguiti con una corrente assai meno intensa. Le differenze, che si osservano fra le I_1 nelle prime fasi, sono dovute essenzialmente al diverso valore dei carichi per effetto delle differenti P_2 . Alla stessa cagione, cioè alla piccolezza del carico sono da attribuirsi i bassi valori di η e di $\cos \varphi_1$, che presenta la 3ª serie fra a e c .

Nella fig. 10 sono riportati i risultati di 3 serie di misure, che permettono di rilevare gli effetti assai importanti di una causa trascurata nella teoria, cioè della varia saturazione magnetica e quindi della varia permeabilità dei nuclei. A tal uopo conservando i soliti valori a I_2 , $\cos \varphi_2$ ed N_c , si è mutata la tensione primaria P_1 da 150, a 240, a 260 volt, cui corrispondono, nelle condizioni di regime a ed e , valori dell'induzione massima dell'ordine di 5900, 8250 e 10200. Per agevolare i confronti si sono modificate in figura le scale delle tensioni, in modo che la retta P_1 fosse la stessa per le tre serie.

Si rileva subito che nel caso di $P_1 = 150$ i risultati si avvicinano assai meglio degli altri a quelli della teoria. Infatti la tensione primaria ai capi del trasformatore che va in c. c. si riduce quasi esattamente a zero, perchè l'altro raggiunge facilmente una saturazione all'incirca doppia ($B = 12000$ circa), e per ottenere ciò basta una I_c limitata. Invece, al crescere della saturazione, non potendo uno dei trasformatori raggiungere una B_{max} doppia del normale senza eccessive correnti magnetizzanti, la tensione ai capi dell'altro si mantiene ancora abbastanza elevata, nonostante la forte corrente di c. c.; la quale nella 3ª serie sale ad un valore più che triplo della I_1 . Durante la fase bc , la permeabilità ancora elevata del ferro per $B = 12000 \div 15000$ permette nella prima serie alla $P_{1,2}$ di salire, in perfetto accordo con la teoria, a valori notevolmente più grandi che l'intera P_1 , laddove questo aumento è attenuato e poi soppresso dalla diminuzione di permeabilità, che si verifica nelle altre serie. Così pure la P_2 presenta la caratteristica discesa lungo la fase bc solo nella prima serie, ma non nelle altre. Come si è detto, le correnti di c. c. I_c crescono di molto dalla 1ª alla 3ª serie e altrettanto deve accadere nelle fasi intermedie per la I_1 , onde fare equilibrio alla I_c e produrre le elevate forze magnetizzanti richieste dalle alte induzioni; ne segue che il $\cos \varphi_1$ si abbassa, specialmente in b ed in d . Da tutto ciò si deduce, che il funzionamento del sistema diviene sfavorevole, se il valore dell'induzione, nelle condizioni di regime come la a e la e , supera 10000.

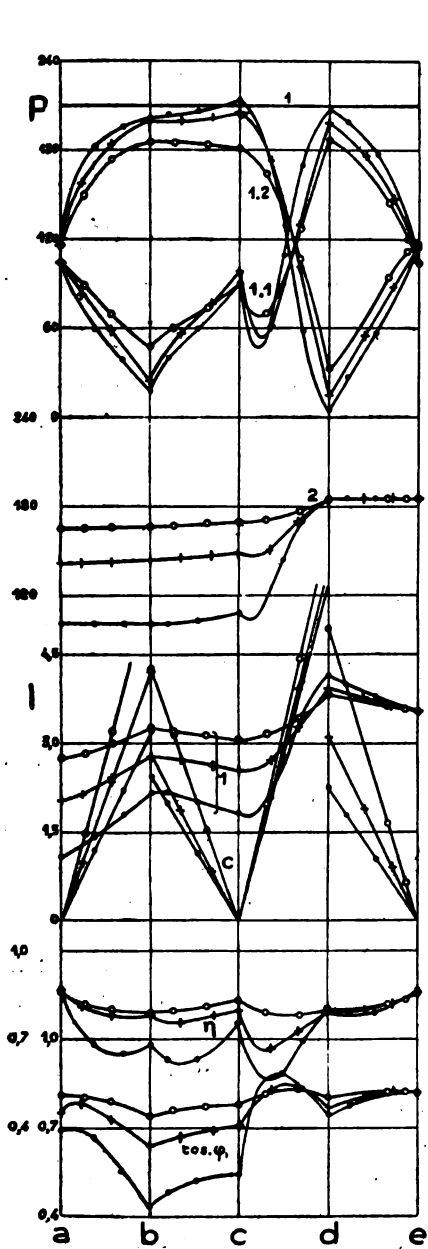


Fig. 9.

$$P_1 = 210 \quad N_2 = 620 - N_c$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \circ N_c = 75 \quad \lambda_2 = 53 \quad \cos \varphi_2 = 0,78 \\ + N_c = 155 \quad \lambda_2 = 54 \quad \cos \varphi_2 = 0,77 \\ \bullet N_c = 305 \quad \lambda_2 = 55 \quad \cos \varphi_2 = 0,77 \end{array} \right.$$

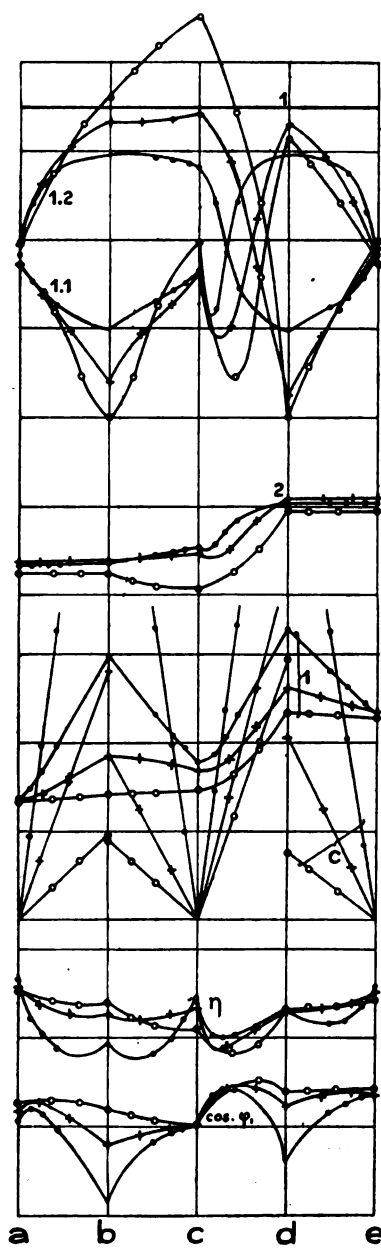


Fig. 10.

$$N_c = 155 \quad N_2 = 466$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \circ P_1 = 150 \quad \lambda_2 = 37 \quad \cos \varphi_2 = 0,80 \\ + P_1 = 210 \quad \lambda_2 = 54 \quad \cos \varphi_2 = 0,77 \\ \bullet P_1 = 260 \quad \lambda_2 = 68 \quad \cos \varphi_2 = 0,78 \end{array} \right.$$

Infine per verificare anche sotto un altro riguardo le previsioni della teoria, sono state eseguite due serie di misure in condizioni eguali, ma usando nel c. c. reostati una volta non induttivi ($\cos \varphi_c = 1$) ed una volta induttivi ($\cos \varphi_c < 1$). Con i risultati sono stati tracciati i diagrammi della fig. 11. Le differenze fra

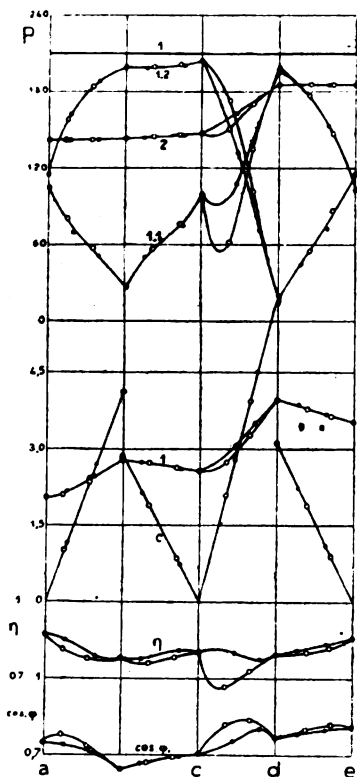


Fig. 11.

$P_1 = 210$ $N_c = 155$ $\cos \varphi_c = 0,77$

{ $\circ$ $\cos \varphi_c = 1$ $\lambda_c = 54$

{ $\bullet$ $\cos \varphi_c = 0,75 \div 0,80$ $\lambda_c = 53$

di leggerezza si spinge la saturazione del ferro a valori elevati.

D'altro canto l'apparecchio in questione ha il vantaggio, che, se si ammette una regolazione saltuaria, esso rende superfluo l'uso di reostati esterni, e se invece questi vengono usati, consente una variazione graduale della tensione. Di quest'ultimo fatto si può anche trarre partito per ridurre il numero delle tensioni di regime e delle prese corrispondenti, eliminando così uno degli

gli uni e gli altri non sono molto accentuate, perchè i reostati usati nel 2° caso hanno un $\cos \varphi_c$ non inferiore a 0,75. Risultano tuttavia confermate le deduzioni teoriche, poichè le curve della fig. 11 presentano una soddisfacente analogia di andamento in confronto con quelle della fig. 5.

IV. CONCLUSIONE. — L'esame teorico e sperimentale dell'apparecchio in questione permette di dare un giudizio su le sue proprietà più notevoli. In confronto con un trasformatore comune, fornito di più prese sul primario o sul secondario, esso presenta innanzi tutto l'inconveniente di richiedere l'uso di due circuiti magnetici; ma questo inconveniente può essere molto attenuato adoperando un solo nucleo come quello della fig. 4, nel quale la traversa centrale è percorsa dal flusso soltanto durante le manovre di cambiamento di tensione. In secondo luogo, per uno stesso numero di tensioni di regime, l'apparecchio proposto richiede un numero doppio di prese e di contatti; è poi soggetto, nel caso di manovra senza reostati, a sensibili colpi di corrente, specialmente nel passaggio dalla condizione *c* alla *d* (4); infine, non potendo esser progettato per valori normali dell'induzione superiori a 10000 circa, non si presta per quei casi, in cui per ragione

(1) In questa trattazione non si sono esaminati partitamente gli effetti dei colpi di corrente, nè quelli delle dispersioni magnetiche, poichè, variando essi col tipo di costruzione adottato e con la potenza del trasformatore, non si possono trarre a loro riguardo conclusioni generiche, quali sono quelle avute di mira nel presente studio.

accennati inconvenienti. Altri vantaggi costruttivi si possono conseguire, affidando la regolazione del c. c., e quindi del passaggio della potenza dall'uno all'altro trasformatore, non già ai gruppi di spire, che terminano alle successive prese della tensione regolabile, ma ad un gruppo speciale di spire, per ciascun trasformatore, destinato a questo solo scopo. (1).

(1) La presente ricerca è stata compiuta nell'Istituto Elettrotecnico di Napoli. Al Direttore di esso, professor Luigi Lombardi, l'autore rinnova l'espressione della sua viva gratitudine.

N. 5.

CICLO CONFERENZE
SUI “ MOTORI TERMICI ED IDRAULICI
PER LE CENTRALI ELETTRICHE ,,

tenuto dal Prof. GIUSEPPE BELLUZZO alla Sezione di Milano il 17, 21 maggio, 4, 7 giugno 1912

SUNTO

I.^a Conferenza (17 maggio) — **Turbine Idrauliche.**

Premesso un sintetico raffronto fra le vecchie centrali idrauliche e quelle moderne, fra le centrali costruite quando il sistema di trasporto dell'Hirn pareva dovesse essere il *non plus ultra* della tecnica, e quelle idroelettriche moderne, il conferenziere ha passato in rassegna i vari tipi moderni di turbina idraulica e cioè il tipo Francis nelle sue molteplici forme derivate ed il tipo Pelton.

Dopo avere messo in rilievo le caratteristiche del tipo Francis per alte, medie e basse cadute ed avere mostrato vari tipi di motori, ha dato le due o tre formule caratteristiche che per ogni tipo danno i giri in funzione del diametro e della caduta. Ha messo in rilievo i vantaggi del sistema di otturazione a pale mobili e specialmente del comando a catena ed ha terminato la prima parte della conferenza con un confronto fra i vecchi tipi Pelton ed i tipi moderni mettendo in evidenza i vantaggi dell'otturatore Doble a spira circolare e dimostrando, con cifre dedotte da esperienze personali, che il rendimento diminuisce di ben poco anche se l'otturatore, per effetto della sabbia trasportata dall'acqua viene corrosa.

Nella seconda parte il prof. Belluzzo ha trattato specialmente dei criteri di scelta del tipo e della potenza e dei criteri di installazione.

I progettisti di impianti idro-elettrici si curano punto o poco di analizzare tali criteri che invece hanno capitale importanza: essi si rimettono sempre ai costruttori i quali devono in primo luogo curare i loro interessi.

Si hanno così molti impianti eseguiti la cui centrale avrebbe potuto costare la metà con una scelta più razionale delle unità, del tipo, dei giri. Con l'aumento della potenza per ogni unità il tipo Francis può sostituirsi al tipo Pelton anche con cadute di 300 metri.

Così ha dimostrato che con un salto di 300 metri ed un consumo di 4000

litri si possono adottare quattro soluzioni diverse arrivando come soluzione più economica ad impiegare delle Francis a 1260 giri e quindi ad installare dei gruppi che occuperebbero un'area che è la terza parte di quella occupata da una Pelton a 300 giri. Poichè si hanno tanto alternatori di grande potenza che, senza inconvenienti girano alla velocità di 1260, 1500 giri nelle centrali termiche non vede perchè altrettanto non si debba fare, dove si può, per le centrali idrauliche.

Per grandi centrali il Belluzzo dimostrò con solidi argomenti tecnici ed economici che il numero di unità più conveniente è di quattro delle quali una di riserva: criticò l'attuale disposizione delle unità una dietro l'altra e con argomenti tecnici ed economici persuase che il minimo ingombro e quindi il minimo costo si hanno disponendo le quattro unità ai vertici di un rettangolo in modo che le turbine guardino il centro e siano quindi con poco personale facilmente sorvegliabili.

Dimostrò infine i vantaggi che la disposizione ad asse verticale può presentare in molti casi su quella ad asse orizzontale, anche per turbine funzionante ad alta caduta, illustrò alcuni esempi di impianti americani con turbine ad asse verticale e chiuse la conferenza invitando i tecnici specialmente elettrotecnici a non trascurare argomenti di tanta importanza: in Italia si sarebbero risparmiati molti quattrini nelle spese di impianto delle centrali idro-elettriche con una scelta più razionale del tipo, della potenza, della velocità.

II.^a Conferenza (21 maggio) — **Motori a combustione, ad esplosione e Diesel - a stantuffo ed a turbine - Pompa Humphrey.**

Il conferenziere accennato alle diffidenze iniziali contro i motori a gas. passò in rapida rassegna i progressi compiuti nella loro costruzione, l'aumento di potenza subito illustrando vari tipi di motore a gas a due ed a quattro tempi.

Dopo un chiaro raffronto fra il ciclo a esplosione ed il ciclo Diesel il conferenziere descrisse il motore Diesel nelle sue parti caratteristiche, parlò dei motori Diesel lenti e veloci, ad uno e più cilindri, dei motori a due ed a quattro tempi.

Una larga discussione fece in merito ai dispositivi ad asse verticale ed orizzontale mostrando i vantaggi di quest'ultimo tipo dal punto di vista della sorveglianza e facendo vedere in proiezione alcune grosse unità a cilindri verticali ed orizzontali ed i relativi particolari più interessanti.

Parlò della necessità di munire gli stantuffi dei grossi motori dello stelo e del pattino anzichè far funzionare da pattino lo stantuffo illustrando vari dispositivi recentemente applicati dalle primarie case costruttrici.

Accennò alle ragioni che a suo avviso limitano la potenza sviluppabile per cilindro, ragioni meccaniche in relazione al materiale, alle pressioni, alle temperature in giuoco ed alle difficoltà del raffreddamento.

.... Dimostrò che il Diesel di grande potenza è specialmente il motore di riserva, che allo stato attuale della tecnica esso non può avere un funzionamento continuo come si può avere da un motore a vapore e che per grandi potenze il costo di esercizio un Diesel non è inferiore a quello di un impianto a vapore.

Accennò alla pompa Humphrey dimostrando che essa, economica come spesa d'impianto, lo è poco nell'esercizio essendo in fondo un pessimo motore a gas. Nelle bonifiche dove le acque contengono molte sostanze eterogenee è ancora il gruppo Diesel — pompa centrifuga da usare, più costoso come impianto, ma largamente più economico nell'esercizio.

La pompa Humphrey potrà avere applicazioni come compressore di aria nelle turbine a combustione delle quali il conferenziere ha illustrato gli studi più recenti: le probabilità di successo delle turbine a gas ci sono, ma non debbesi aspettare da esse consumi eguali a quelli delle motrici a combustione a stantuffo.

La turbina a gas sarà però con ciclo Diesel con assi a pressione non molto elevata ma riscaldata preventivamente dopo la compressione in una pompa Humphrey.

Terminò la conferenza presentando agli uditori sulla tela delle proiezioni un recente ritratto del Dott. Diesel.

III.^a Conferenza (4 giugno) — **Motrici e Turbine a vapore.**

Il prof. Belluzzo premesso un rapido cenno sui progressi fatti nella costruzione delle caldaie e sui criteri che dovrebbero regolarne la installazione negli impianti di riserva ha parlato degli ultimi perfezionamenti introdotti nelle motrici a vapore a stantuffo dopo la diffusione delle turbine a vapore soffermandosi sulla motrice Stumpf e sulle motrici a ricupero di vapore ormai pur esse vantaggiosamente sostituite dalle turbine a vapore che hanno il vantaggio di dare vapore privo di olio.

Ha parlato poi diffusamente delle turbine a vapore illustrandone i vari tipi, i concetti fondamentali sui quali essi si fondano, discutendo i particolari costruttivi diversi e specialmente i sistemi di palettatura.

Ormai il tipo a reazione puro ideato dal Parsons e diffuso dalla Brown-Boveri non è più applicato; oggi sono in voga per i loro vantaggi meccanici e termici i tipi misti ad azione o ad azione e reazione.

Anche negli impianti di condensazione si sono avuti dei sensibili progressi: le pompe d'aria a stantuffo sono oggi sostituite da pompe d'aria rotative tipo Leblanc, A. E. G., Worthington o Abolite e sostituite da un eiettore tipo Yosse che funziona con l'acqua di circolazione di un condensatore a superficie.

IV.^a Conferenza (7 giugno) — Regolazione dei motori termici ed idraulici — Regolatori di velocità e di pressione.

Sui sistemi di regolazione diretta ed a servomotore il prof. Belluzzo si estese in modo speciale passando in rassegna i sistemi di regolazione diretta applicati alle motrici a gas ed a vapore a stantuffo e quelli a regolazione indiretta applicati alle turbine idrauliche ed a vapore.

Illustrò il principio delle regolazioni a servomotore indicando i metodi applicati in pratica per variare i giri di una macchina durante il suo funzionamento agendo sui vari organi della regolazione.

Descrisse i dispositivi che si possono usare per mantenere costante la velocità di una macchina ai vari carichi dispositivi a fluido od a molla.

Infine trattò dei regolatori di pressione per le turbine con alta caduta descrivendo i dispositivi moderni aventi lo scopo di deviare il getto d'acqua dalle pale della ruota, discutendoli e confutandoli.

N. 6.

COMUNICAZIONI DELLA PRESIDENZA

XVI.^a RIUNIONE ANNUALE DELL'A. E. I.

Genova 19-23 ottobre 1912

PROGRAMMA.

- Sabato..... 19 ottobre, ore 9.—** ■ Iscrizione alla Riunione Annuale.
 ■ Seduta del Consiglio Generale.
 ■ " Comitato Elettrot. Italiano.
 ■ " " Revisione Norme.
- — " **14.—** ■ Seduta inaugurale della Riunione.
 ■ Relazione del Presidente Generale
 sui lavori dell'A. E. I. nell'anno 1912.
 ■ Presentazione del busto di Joseph
 Henry donato dall'American Insti-
 tute of Electrical Engineers.
 ■ Letture.
- Domenica 20 ottobre, ore 9.—** ■ Gita in mare offerta dal Consorzio
 autonomo del Porto.
- Lunedì..... 21 ottobre, ore 9.—** ■ Assemblea Generale dell'A. E. I.,
 Bilanci, Deliberazioni eventuali.
 ■ Letture.
- — " **14.—** ■ Visita agli impianti del Porto.
- — " **19.30** ■ Pranzo Sociale a pagamento all'Al-
 bergo Miramare (*Quota L. 14*).

Martedì.... 22 ottobre, ore 10. — ■ Visita alle Officine Elettriche Genovesi.

■ Colazione offerta dalle O. E. G.

— — — " 14. — ■ Seduta.

— — — " 21. — ■ Seduta in comune colla Soc. Italiana di Matematica "*Mathesis*", per la discussione del tema: "*L'ordinamento degli studi scientifici e tecnici che conducono al Diploma d'ingegnere*",.

Mercoledì 23 ottobre, ore 7.15 ■ Partenza per Savona. — Visita alla Funivia Carboni — alla Centrale Negri.

— — — " 19.40 ■ Arrivo a Genova.

— — — " 20.30 ■ Pranzo offerto ai Congressisti dalla Sezione di Genova.

■ Scioglimento del Congresso.

Il programma verrà presto mandato ai Soci e conterrà gli ulteriori dettagli quali: la Sede della Riunione, i luoghi di ritrovo per le gite, ecc. Verrà unita al programma la Scheda di adesione. — Agli iscritti verranno in seguito mandati i documenti per i ribassi ferroviari, ed alcuni estratti di lavori che saranno letti e discussi al Congresso.

N. 7.

VERBALI DELLE SEZIONI

SEZIONE DI MILANO

ADUNANZE DEL 17, 21, MAGGIO, 4, 7 GIUGNO 1912.

ORDINE DEL GIORNO

Ciclo Conferenze del Prof. GIUSEPPE BELLUZZO sul tema: « *I moderni motori termici ed idraulici per le centrali elettriche* ».

1. — 17 maggio: Turbine idrauliche.
2. — 21 maggio: Motori a combustione, ad esplosione e Diesel - a stantuffo ed a Turbina - Pompa Humphrey.
3. — 4 giugno: Motrici e Turbine a vapore.
4. — 7 giugno: Regolazione dei motori termici ed idraulici - Regolatori di velocità e di pressione.

Presiedette la prima adunanza il Consigliere, Comm. Ing. E. Piazzoli che aprì la seduta leggendo il seguente telegramma inviato dal Presidente Ing. A. Panzarasa assente:

« Spiacente non potermi trovare stassera con voi portate Prof. Belluzzo mio saluto, caldo ringraziamento opera sua in pro nostra coltura — Panzarasa ».

L'ing. Piazzoli prima di dare la parola al Prof. Belluzzo fece rilevare come la Presidenza continui col ciclo delle Conferenze Belluzzo il programma iniziato col ciclo delle Conferenze Garbasso e inteso ad aggiornare e completare nei vari rami della tecnica le cognizioni dei soci.

Alle varie conferenze accorsero moltissimi soci che applaudirono vivamente ogni sera l'oratore.

Al termine di esse il Presidente ing. Panzarasa, dopo aver caldamente ringraziato l'oratore, esprime pur egli il convincimento che le turbine a gas avranno pratica applicazione, pur richiedendo molti anni di studi. Nel frattempo augura all'ing. Belluzzo che alle turbine a vapore si dedicò con animo di scienziato e di italiano un largo successo.

N. 8.

RECENSIONI

(I recensori non assumono alcuna responsabilità delle affermazioni e dei giudizi contenuti negli articoli riassunti)

Argomenti diversi.

L'Unione delle Imprese elettriche del Württemberg.

BÜGGELN — E. T. Z. - Volume XXXIII - pag. 673, luglio 1912.

Coll'estendersi dell'impiego dell'elettricità alla distribuzione per forza motrice si fa sempre più sentito il bisogno di assicurare, sia al momento delle punte, sia malgrado guasti improvvisi, la continuità del servizio, esigenza che riesce per lo più assai onerosa, quando a questa necessità ogni impianto abbia a pensare per conto suo.

Perciò è di buon'augurio per il buon andamento economico degli impianti l'esempio dato delle imprese elettriche del Württemberg, che nella maggior parte hanno raggiunto sull'argomento uno speciale accordo, riunendo così fra gli impianti partecipanti all'unione una disponibilità attuale di circa 28,000 k. w., distribuiti su forse un terzo del territorio dello Stato: le imprese più importanti che all'accordo hanno partecipato sono le Neckarwerke con 13,735 k. w. e l'Azienda Municipale di Stoccarda con 9954; a queste si sono aggiunte altre sette imprese di minore importanza.

L'Unione è poi destinata ad assumere in avvenire maggiore importanza ancora, sia per l'esecuzione degli impianti nuovi progettati dalle Ditte già facenti parte della combinazione, impianti che porteranno la disponibilità totale a quasi 50,000 k. w., sia per la probabile attrazione di altri impianti contigui.

L'Unione non ha lo scopo di sostituirsi nell'esercizio alle singole imprese collegate, di cui viene invece intieramente rispettata l'autonomia, ma soltanto lo scopo di assicurarsi un soccorso reciproco nei momenti di maggiore erogazione e nella eventualità di guasti, così da garantire per quanto è possibile e senza un'eccessiva immobilizzazione per impianti di riserva. la continuità del servizio.

A tal fine le reti, di cui una parte non indifferente è a corrente continua e l'altra a corrente alternata trifasica, sono state così modificate e avvicinate, da poter essere all'occasione collegate fra di loro attraverso a trasformatori e a convertitori opportuni.

L'avvenire soltanto potrà dire, se l'Unione potrà veramente raggiungere lo scopo che si è prefissa; l'esperimento merita però ad ogni modo fin da ora ogni attenzione.

G. R.

Dinamo.

Oscillazioni elettriche proprie nelle dinamo.

REINHOLD RÜDENBERG — (*Archiv. für Elektrotechnik* Vol. I. Fasc. I. - Berlino, 1912).

Le oscillazioni elettriche nei circuiti contenenti induttanze e capacità sono il risultato della pulsazione dell'energia elettrica fra la forma elettrostatica e l'elettromagnetica. Nello stesso modo la pulsazione tra la forma elettromagnetica e la meccanica può dare origine ad oscillazioni elettriche proprie dei circuiti contenenti organi in movimento. Un esempio tipico è dato dai moti pendolari delle macchine sincrone a corrente alternata.

L'autore tratta il caso di un indotto a collettore con due coppie di spazzole ad angolo retto, a ciascuna coppia di spazzole mette capo un circuito contenente un avvolgimento di eccitazione; i due circuiti agiscono tra di loro induttivamente.

Le equazioni delle correnti nei due circuiti sono

$$L_1 \frac{di_1}{dt} + R_1 i_1 + M \frac{di_2}{dt} + N_1 i_2 = 0$$

$$L_2 \frac{di_2}{dt} + R_2 i_2 + M \frac{di_1}{dt} + N_2 i_1 = 0.$$

I termini $N_1 i_2$, $N_2 i_1$, rappresentano le f. e. m. dovute all'eccitazione prodotta dalle due correnti e alla rotazione dell'indotto, f. e. m. che si ammettono proporzionali alle correnti di eccitazione. Da queste equazioni, eliminando una delle i , si deduce la seguente che vale tanto per i_1 che per i_2

$$(L_1 L_2 - M^2) \frac{d^2 i}{dt^2} + [(L_1 R_2 + L_2 R_1) - (MN_2 + MN_1)] \frac{di}{dt} + (R_1 R_2 - N_1 N_2) i = 0$$

equazione di forma analoga a quella della scarica oscillante, la cui caratteristica ammette radici complesse purchè uno almeno dei valori di N_1 , N_2 sia diverso da zero. Il coefficiente di $\frac{di}{dt}$ rappresenta lo smorzamento delle oscillazioni. Le oscillazioni sono perciò stazionarie se

$$MN_2 + MN_1 = L_1 R_2 + L_2 R_1$$

in questo caso la soluzione dell'equazione è

$$i = C \sin \omega t$$

dove la pulsazione ω è data da

$$\omega^2 = \frac{R_1 R_2 - N_1 N_2}{L_1 L_2 - M^2}.$$

L'A. applica queste formole a diversi casi, tra i quali quello di un motore a repulsione. In questo caso

$$M = M_0 \cos \alpha$$

dove α è l'angolo tra la linea delle spazzole e l'asse del campo, M_0 il coefficiente di induzione mutua dell'induttore sull'indotto quando $\alpha = 0$.

$$N_1 = 0 \quad N_2 = N_0 \sin \alpha$$

Se τ è il coefficiente di disperdimento $\left(\frac{L_1 L_2}{M_0^2} - 1\right)$ si ha

$$\omega = \sqrt{\frac{R_1 R_2}{M_0^2 (\tau + \sin^2 \alpha)}}$$

La f. e. E_s dovuta all'induzione statica è $E_s = \omega_1 M_0 I$ dove ω_1 è la pulsazione nella rete, I la corrente nello statore. Se ne deduce

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{I^2 R_1}{E_s^2 (\tau + \sin^2 \alpha) R_2}}$$

dove $I^2 R_1$ ed $\frac{E_s^2}{R_2}$ sono le dissipazioni Joule nello statore e nel rotore.

Così si può esprimere il rapporto $\frac{\omega}{\omega_0}$ dove ω_0 è la pulsazione di sincronismo; da questa espressione si deduce che è sempre

$$\frac{\omega}{\omega_0} < \frac{\cos \alpha}{2}$$

cioè la frequenza delle oscillazioni proprie è sempre minore della metà di quella di sincronismo.

In modo analogo si possono trattare altri casi.

È sempre possibile il calcolo della frequenza delle oscillazioni proprie e della loro intensità, o della grandezza delle resistenze e induttanze necessarie per opporsi ad una non desiderata tendenza alle oscillazioni.

M. A.

Illuminazione.

Le nuove lampade a quarzo a corrente alternata.

GIRARD — E. T. Z. - Volume XXXIII, pagina 676 - luglio 1912.

La lampada a quarzo per corrente continua è essenzialmente un arco a vapori di mercurio, dove la natura meno fusibile del quarzo, ond'è costituita l'ampolla, in confronto all'ampolla di vetro, permette di forzare il voltaggio della lampada, fino a 12 volt per centimetro di lunghezza d'arco, invece di un solo volt, come nella lampada Cooper-Hewitt, e di ottenere quindi un arco a temperatura più elevata, e un colore della luce emessa più favorevole.

L'arco a vapore di mercurio esige però che almeno un punto del catodo non discenda neppure un istante, al di sotto di una certa temperatura, cosicchè occorre il noto dispositivo impiegato dal Cooper-Hewitt nei suoi raddrizzatori a mercurio, per arrivare a mantenere l'arco anche colla corrente alternata.

Perciò anche l'ampolla della lampada a quarzo per corrente alternata ha un solo catodo, ma due anodi, quello al centro di un autotrasformatore, questi agli estremi, quello continuamente in funzione, questi alternatamente ciascuno per mezzo periodo: ciò non di meno l'aspetto esterno dell'ampolla non differisce di molto da quello della lampada a corrente continua; ne differisce principalmente per il fatto che l'estremità anodica si bipartisce a forchetta per tenere appunto separati e convenientemente distanti i due anodi di mercurio.

L'accensione, anzichè mediante un colpo di induzione come nelle lampade a corrente alternata di Cooper-Hewitt, si ottiene ponendo in oscillazione la lampada,

e provocando quindi il corto circuito tra uno degli anodi e il catodo, la difficoltà principale da superare, è superata mediante una mezza parete interna all'ampolla destinata a tener separati i due rivoli di mercurio partenti nella manovra dagli anodi, essendo quella di impedire in tale momento il corto circuito dell'autotrasformatore attraverso il mercurio distribuito fra gli anodi stessi: la disposizione per l'accensione è però parecchio complicata perchè l'elettromagnete a ciò destinato, deve permettere la ripetizione dell'oscillazione, quando non abbia avuto effetto per essere in quell'istante non conveniente il senso o il valore della tensione, e deve successivamente disinserirsi da sè; inoltre è anche risultata necessaria la aggiunta di uno smorzatore ad ingranaggi destinato ad ottenere il lento ritorno del mercurio dal catodo all'anodo, senza invece impedire il rapido e quindi sufficiente flusso del mercurio dall'anodo al catodo nella prima fase dell'oscillazione.

Data la necessaria presenza dell'autotrasformatore, è stato possibile per la lampada normale da 770 w. provvedere a qualunque tensione disponibile con un solo tipo di ampolla, tra i morsetti secondari del trasformatore stesso essendo in ogni caso la tensione regolata per 2×180 volt.

Tra la linea e il trasformatore è poi inserita una resistenza addizionale, costituita da quattro resistenze in parallelo in filo di ferro protetto da ampolle di vetro, destinata a limitare la corrente al momento dell'accensione; inoltre una grossa bobina di reazione è inserita tra il trasformatore e il catodo, e due più piccole tra il trasformatore e gli anodi.

La lampada, che ha l'aspetto esterno non dissimile da quello di una lampada ad arco, porta riunita soltanto una parte di questi accessori, poichè è invece riunito in una custodia staccata dalla lampada il trasformatore, le resistenze addizionali, e talora la grande bobina di reazione.

Subito dopo l'accensione, la resistenza dell'arco è piccola, onde la necessità appunto delle resistenze addizionali; essa impiega circa 10 minuti a raggiungere il funzionamento normale, durante il quale il consumo specifico si riduce a circa $1/4$ di watt per candela; un vantaggio della lampada è quello di essere assai poco sensibile alle oscillazioni della tensione.

Un punto nero è però l'elevato costo della costruzione, che per la maggior complicazione dell'ampolla e degli accessori supera del 40 % il costo di costruzione di una lampada simile per corrente continua; perciò considerato il limitato costo di un convertitore rotante, l'installazione di lampade a corrente continua anche per una rete di distribuzione a corrente alternata può essere già presa in considerazione per un gruppo di 12 a 15 lampade da 770 watt, ed è decisamente più economico per gruppi di lampade più numerosi.

Siccome già l'impiego delle lampade a quarzo a corrente continua è economicamente vantaggioso rispetto alle ordinarie lampade ad arco anche in reti a corrente alternata, cioè malgrado l'aggiunta del convertitore rotante, così anche maggiore risulterà la convenienza economica delle lampade a quarzo a corrente alternata non appena potrà esserne diminuito il costo di fabbricazione.

G. R.

Linee elettriche.

Pali flessibili per trasmissioni aeree.

ALFRED STILL. — *Electrical World* - 13 luglio 1912.

I calcoli degli sforzi nelle trasmissioni aeree sono usualmente fondati sull'ipotesi che le estremità di ogni campata siano fissate a punti rigidi; questa ipotesi però non si verifica mai completamente nella pratica perchè i bracci trasversali e i pali stessi presentano una certa flessibilità che va crescendo dai pali a forma di

torra ai pali a traliccio ed è massima per i pali di legno, la cui inflessione può essere considerevole, salvo a scomparire quando la causa perturbatrice che l'ha prodotta viene a cessare.

Attualmente vi è una spiccata tendenza verso i così detti pali flessibili nella direzione della linea: essi non sono adatti a resistere a grandi sforzi in questa direzione, mentre possono resistere in direzione normale, alla spinta al vuoto sui fili e sui pali stessi. Questi pali oltre ad essere più economici di quelli a struttura rigida presentano anche altri notevoli vantaggi. Gli sforzi massimi a cui va soggetta una trasmissione aerea si hanno indubbiamente quando alcuni fili si spezzano: ora se i pali sono flessibili, rompendosi uno o più fili di una campata il palo corrispondente si infletterà verso la campata adiacente, la tensione del filo di questa campata diminuirà e quindi si incurverà anche il palo successivo e così di seguito, l'inflessione andrà rapidamente decrescendo diventando inapprezzabile dopo $4 \div 5$ pali, ma ad ogni modo lo sforzo che viene a sopportare il primo palo è minore di quello che si avrebbe con un palo rigido.

Naturalmente a ogni miglio circa (1 miglio = 1609.31 m.) in linea retta, e negli angoli, occorrerà intercalare un palo rigido che dovrà poter resistere alla tensione massima di tutti i fili in una sola campata senza superare il limite di elasticità, mentre i pali flessibili devono poter sopportare, con un conveniente coefficiente di sicurezza, il peso dei fili, la spinta a vuoto, ecc., ma devono avere poca resistenza nella direzione della linea essi potranno avere la forma di una A ovvero di una H.

La determinazione esatta degli sforzi e delle deformazioni in una linea a pali flessibili è un problema di alta matematica, tuttavia il metodo approssimato che andremo a indicare è più che sufficiente per la pratica.

Consideriamo una serie di pali posti a uguale distanza l , della stessa altezza e di cui il primo sia rigido e gli altri flessibili e ugualmente flessibili: siano b fili per campata soggetti alla tensione di T kg. per mm.² e avente una corrispondente freccia S : supponiamo che nella prima campata si spezzino $b-a$ fili ed ammettiamo che non vi sia scorrimento dei fili agli attacchi nè cedimento alle fondazioni dei pali.

La freccia d'inflessione di un palo considerato come incastrato a un estremo e libero all'altro è:

$$\delta = \frac{1}{3} \cdot \frac{P H^3}{E I}$$

dove P è il carico, H l'altezza, E il modulo di elasticità, I il momento d'inerzia: nel nostro caso il carico P che produce l'inflessione δ_1 del primo palo flessibile è:

$$P = A (b T_2 - a T_1)$$

dove A è la sezione di ogni filo; ponendo $K = \frac{H^3}{3 E I}$ si ha:

$$\delta_1 = K A (b T_2 - a T_1) \quad (1)$$

$$\delta_2 = K A b (T_3 - T_2) \quad (2)$$

e la somma delle inflessioni di una serie di n pali è

$$\Delta = K A (b T_n - a T_1)$$

dove per $n = 4 \div 5$ si può prendere $T_n = T$ (tensione iniziale).

Nella prima campata in cui sono rimasti soltanto a fili la freccia S sarà diventata $S_1 < S$ e quando la lunghezza dell'arco parabolico dal valore $L = l + \frac{8 S^2}{3 l}$

sarà passata al valore

$$L_1 = l + \frac{8 S_1^2}{3 l}$$

diminuendo di

$$L - L_1 = \frac{8 (S^2 - S_1^2)}{3 l}$$

(avendo supposta costante la lunghezza della campata in vista della piccolezza di δ rispetto a l): i fili d'altra parte si allungano di

$$L_1 \frac{T_1 - T}{E} \sim l \frac{T_1 - T}{E}$$

e quindi, approssimativamente,

$$\delta_1 = \frac{8 (S^2 - S_1^2)}{8 l} + l \frac{T_1 - T}{E} \quad (3)$$

Consideriamo ora i seguenti casi:

1° tutti i fili della prima campata siano spezzati e il terzo palo sia considerato rigido;

2° tutti i pali della prima campata siano spezzati e il terzo palo sia considerato infinitamente flessibile;

3° vi siano a fili nella prima e b fili nella seconda campata e il terzo palo sia considerato rigido;

4° vi siano a fili nella prima e b fili nella seconda campata e il terzo palo sia considerato infinitamente flessibile.

Per illustrare i calcoli con un esempio numerico supporremo che le costanti della linea siano le seguenti: $b = 6$; $A = 0.1046$ pollici quadrati ($67,5 \text{ mm}^2$), $l = 400$

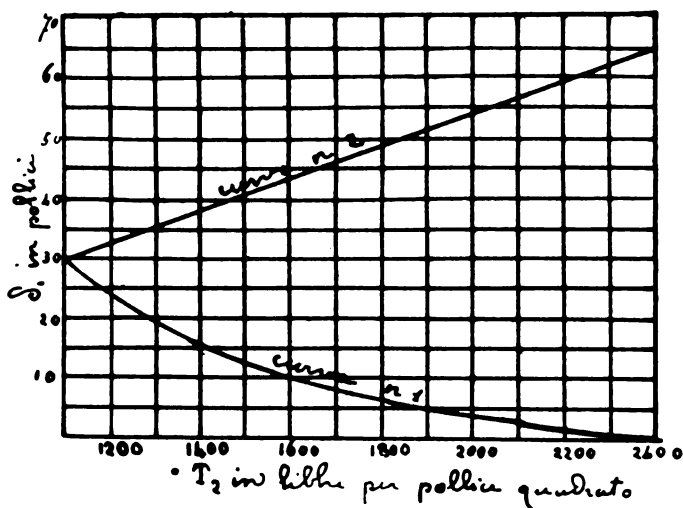


Fig. 1.

piedi (120,5 m.); $S = 9,76$ piedi (2,98 m.) a cui corrisponda $T = 2400$ libbre per pollice quadro ($T = 1,7 \text{ Kg./mm}^2$); $H = 45$ piedi ($H = 13,71 \text{ m.}$); i fili essendo di alluminio il loro modulo di elasticità $E = 7500000$ ($E = 5200$); i pali flessibili abbiano forma di A formata da due aste di acciaio a $\square$ di lato 7 pollici (175 mm.) e di momento d'inerzia $I = 12,2$ ($I = 16.880.000 \text{ mm}^4$) a cui corrisponde il modulo della sezione $Z = 12$ ($Z = 192000 \text{ mm}^3$): il modulo di elasticità per l'acciaio sia $E = 29,10^6$ ($E = 25500$).

Si ha allora

$$K = \frac{(45 \cdot 12)^3}{3 \cdot 29 \cdot 10^6 \cdot 42,2} = 0,0428 \quad \left[K = \frac{13700^3}{3 \cdot 25 \cdot 500 \cdot 16 \cdot 8 \cdot 0000} = 2,4 \right].$$

L'influenza massima corrispondente al limite di elasticità si avrà quando la tensione unitaria nell'acciaio risulta di circa 30.000 libbre per pollice quadrato pari a 21,6 Kg./mm.², questa inflessione si avrebbe poi

$$P = \frac{30.000 \times L}{H} = 667 \text{ libbre} = 300 \text{ Kg.}$$

e quindi la massima inflessione possibile è

$$\delta = KP = 28 \text{ pollici} = 720 \text{ mm.}$$

1° caso: $a = 0$, δ si può esprimere in funzione di quantità della seconda campata con una formola analoga a quella già trovata

$$\delta_1 = \frac{8}{3l} (S_1^2 - S^2) + \frac{l(T - T_2)}{E}. \quad (4)$$

Calcolando δ_1 pei varii valori arbitrarii di $T_2 < T$ si può facilmente costruire la curva n° 1 in fig. 1 in cui le ascisse sono le T_2 e le ordinate le δ_1 : nella stessa figura la curva 2 è una retta che rappresenta la funzione

$$\delta_1 = K A b T_2$$

L'incontro delle due curve indica il valore di δ che corrisponde all'equilibrio: nel nostro caso è 29,5 pollici = 7,45 mm. e corrisponde a $T_2 = 110 = 0,8 \text{ Kg./mm.}^2$.

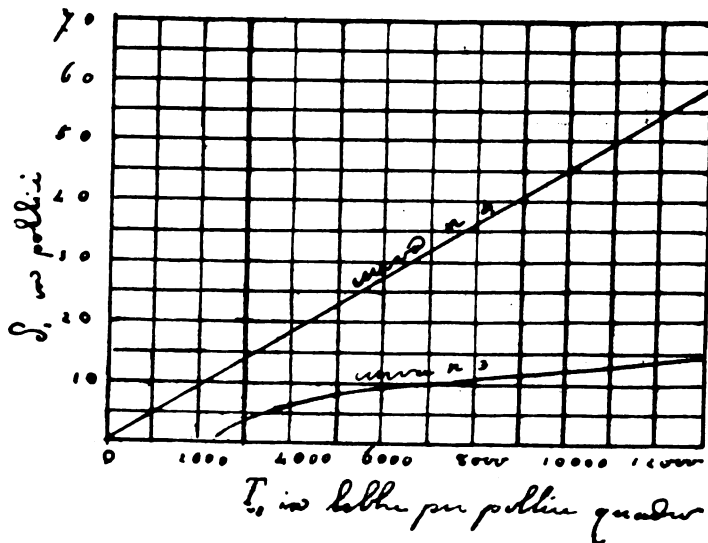


Fig. 2.

Si vede che in questo caso il δ supera di poco il valore massimo già calcolato, nella pratica però i fili scorrono leggermente negli attacchi e quindi il palo non sarebbe danneggiato.

2° caso: Abbiamo prima supposto che il terzo palo sia rigido il che può non essere in accordo colle condizioni pratiche, supponiamo che esso sia infinitamente flessibile ($K = \infty$).

$$\delta_1 = 13,2 \text{ pollici} = 320 \text{ mm.}$$

$$T_1 = 11450 \text{ libbre per pollice quadro} = 8,2 \text{ Kg./mm.}^2.$$

È interessante notare come questi due casi del terzo palo rigido e infinitamente flessibile diano risultati poco diversi, nel caso pratico sarà $\delta_1 = 11,7$ pollici = 290 mm. e $T_1 = 9400$ (6,7 Kg./mm.²) cioè molto inferiore al limite di elasticità.

Il metodo di calcolo, quantunque approssimato può, secondo l'autore, essere utilmente applicato nella pratica.

G. M.

Formole semplificate per il calcolo delle frecce nelle trasmissioni aeree.

**Uso della carta logaritmica a rappresentare la relazione
tra tensione, freccia e lunghezza
della campata in una trasmissione a fili di rame e alluminio.**

H. V. CARPENTER. — *Electrical World*, 13 luglio 1912.

Il problema della determinazione della fraccia in una trasmissione aerea, di cui l'autore si propone di dare una nuova soluzione, si pone generalmente in questi termini: una linea di data sezione, materiale e campata è eretta durante l'estate; si vuol conoscere la freccia che assumerà nell'inverno quando sia soggetta alla neve, al massimo vento e alla minima temperatura. L'ammettere contemporanee queste tre cose permette una certa approssimazione nel calcolo ed è quindi lecito: 1° assimilare la curva secondo cui si dispone il filo a una parabola (errori trascurabili per frecce < 5 %); 2° sostituire alla lunghezza del filo la lunghezza della campata (la differenza di lunghezza per una freccia 5 % è il 0,6 % e l'errore è minore); 3° supporre l'allungamento dovuto all'aumento di temperatura indipendente da quello dovuto alla variazione della tensione e viceversa. Possiamo allora scrivere: accorciamento del filo per la variazione di temperatura = $l a t$ dove l è la lunghezza della campata, a il coefficiente di dilatazione, t la variazione di temperatura da aspettarsi:

allungamento dovuto alla variazione T della tensione = $\frac{l T}{E}$ dove E è il modulo di elasticità:

$L_e = l + \frac{8 y_e^2}{3 l}$, lunghezza del filo all'atto della posa, essendo y_e la freccia relativa

$$(1) \quad L - l = \frac{8 y_e^2}{3 l}, \text{ eccesso di lunghezza del filo sulla campata.}$$

Se il filo fosse senza peso sarebbe

$$(2) \quad L_o - l = \frac{8 y_o^2}{3 l} = \frac{8 y_e^2}{3 l} - l \frac{T_e}{E}, \text{ dove } T_e \text{ è la tensione di posa.}$$

Nella peggiore condizione sarà:

$$(3) \quad L_m - l = \frac{8 y_m^2}{3 l} = \frac{8 y_o^2}{3 l} + \frac{l T_m}{E} - l a t.$$

dove T_m è la tensione massima ammissibile. La tensione e la freccia essendo legati dalla relazione

$$T \cdot S = l^2 \cdot \frac{W}{8 y}$$

dove S è la sezione del filo, w il suo peso per unità di lunghezza. Si ha

$$(4) \quad T_m S = l^2 \frac{K W}{8 y_m} \quad \text{dove } K W \text{ è il peso, più l'azione del vento e della neve.}$$

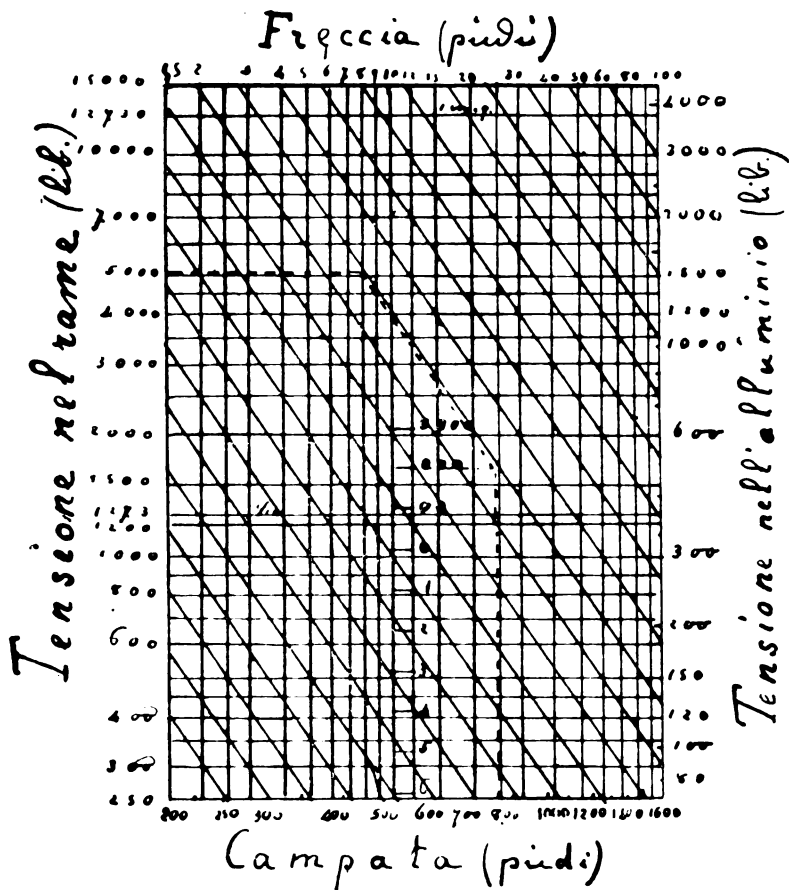
La (3) diventa:

$$(5) \quad \frac{l^3 K^2 W^2}{24 S^2 T_m^2} = \frac{8}{3} \frac{y_e^2}{l} + l \left(\frac{T_m - T_e}{E} - a t \right)$$

sostituendo a T_e il suo valore dato dal (4) si ha

$$y_e^2 + \frac{3}{8} l^2 \left(\frac{T_m}{E} - a t - \frac{K^2 l^2 W^2}{24 S^2 T_m^2} \right) y_e - \frac{3}{64} \frac{l^4 W^2}{E S} = 0$$

dove T_m , E , a , W , S sono costanti note per ogni materiale. Fissate le altre quantità resta incognita solo y che si può quindi determinare: e, nota essa, si deter-



mina T_e (tensione da usare nella posa). L'unico inconveniente è che l'equazione è di 3° grado ma può facilmente risolversi col metodo di successiva approssimazione arrivando con pochi tentativi al risultato.

Per facilitare la ricerca della tensione corrispondente a una data freccia l'autore riporta il grafico che alleghiamo. Esso è fondato sulla formola:

$$T^3 = T_m S = \frac{l^2 W^2 S}{8 y} = \frac{W^2}{8} \frac{l^2 S}{y}$$

dove W^1 (peso del filo per unità di sezione) è noto e qui si ha: $\log T^1 + \log y = \text{costante} + 2 \log l + \log S$.

Le diagonali nel grafico danno semplicemente i luoghi dei punti per cui è costante il prodotto $T'y$ ovvero $l^2 S$. Per spiegare l'uso del grafico riportiamo un esempio: Sia a una linea formata da filo N. 000. B. S. G. (diametro mm. 10,405 in cui $l = 800$, $y = 8$, si trova $T' = 5100$). Per avere la tensione unitaria basta cercare T' per lo stesso valore di l ed y in corrispondenza a un fil di sezione unitaria o un decimo della unitaria.

G. M.

Misure.

Capacità e differenza di fase nei conduttori di carta paraffinata in funzione della temperatura e della frequenza.

F. W. GROVER. — *Bulletin of the Bureau of Standards*, Vol. 7, pag. 495-578, Washington, 1912

Il lavoro è specialmente interessante per i metodi seguiti.

Il fenomeno della carica residua fu ripetutamente studiato da diversi autori, sia direttamente con misure di quantità di elettricità sia indirettamente misurando la perdita di energia nel dielettrico. Varie teorie furono proposte che, se si accordano qualitativamente, discordano quantitativamente colle misure. La maggior parte di queste sono fatte usando f. e. m. costanti e in condizioni così variabili rispetto al trattamento del condensatore, alla durata della carica e scarica, alla temperatura, che è impossibile ogni conclusione in favore di questa o quella teoria. L'uso di f. e. m. alternate conduce rapidamente a un regime ciclico permanente che rende assai meglio definite le condizioni del fenomeno. L'A. per consiglio del prof. Rosa, si propone di studiare nei condensatori commerciali a carta paraffinata le variazioni della capacità e dell'assorbimento al variare della frequenza e della temperatura. Le esperienze furono eseguite sopra 13 condensatori a temperatura comprese tra 10° e 35° , e con frequenze comprese tra 33 e 1000.

Misura. Solo con dielettrici perfetti la corrente è in anticipo di 90° sulla f. e. m. sinusoidale applicata. Se vi è carica residua quest'angolo diminuisce di una quantità φ il cui seno misura l'energia dissipata e anche approssimativamente, la grandezza relativa della carica residua. L'A. dà all'angolo φ il nome di *differenza di fase* del condensatore.

Fu usato il metodo del ponte, nel quale due lati contigui contengono i due condensatori da confrontare; l'equilibrio esige che sieno soddisfatte due condizioni: a) le due d. d. p. agli estremi dei lati contenenti i condensatori debbono essere uguali, b) esse debbono essere in fase. Ciò permette la misura della capacità e della differenza di fase φ . L'equilibrio si può ottenere in due modi a) collocando negli altri due lati resistenze e autoinduzioni variabili, b) collocando nei medesimi resistenze variabili e nei primi due, in serie coi condensatori, altre resistenze variabili. Tanto in un caso che nell'altro l'A. usa il metodo di sostituzione, ossia, invece di confrontare tra di loro i due condensatori, in una sola esperienza eseguisce due esperienze ponendo successivamente nel medesimo lato il condensatore da studiare ed uno già studiato che serve da campione. Il condensatore esistente sul secondo lato serve solo come ausiliario. Si deducono facilmente nei due casi le espressioni del rapporto tra le capacità e della differenza di fase tra i due condensatori che si confrontano. L'A. indica le precauzioni necessarie per eliminare le cause d'errore; specialmente quelle dovute alla

capacità dei rocchetti di resistenza, assai sensibili per le alte frequenze, e quelle dovute alle resistenze dei contatti e dei condensatori.

Apparecchi. Come indicatore dell'equilibrio del ponte l'A. adopera un galvanometro a vibrazione, il quale ha la sua massima sensibilità quando il periodo proprio della vibrazione di torsione del sistema sospeso è uguale a quello della f. e. m. impressa. Questo fatto rende prezioso lo strumento in simili ricerche, poichè rende superfluo l'uso di f. e. m. perfettamente sinusoidali, che assai difficilmente si potrebbero ottenere in circuiti contenenti condensatori tendenti ad esagerare le armoniche superiori. Invece col galvanometro a vibrazione accordata colla nota fondamentale della f. e. m. tutte le armoniche sono eliminate. L'uso del telefono sarebbe inopportuno se non impossibile. Furono usati i tipi di Rubens e di Wien.

Misura della frequenza. Più che la conoscenza esatta della frequenza, occorre un mezzo di controllo per mantenerla costante e per riprodurla a volontà. Specialmente col galvanometro tipo Wien, che ha una curva di risonanza molto accentuata, anche piccolissime variazioni di frequenza turbano grandemente le misure.

La frequenza del galvanometro era portata a un valore prossimo a quello desiderato, poi si variava la velocità dell'alternatore fino ad ottenere la risonanza. Per le frequenze più basse ciò si otteneva con un ponte ausiliario caricando e scaricando il condensatore con un commutatore rotante montato sull'asse dell'alternatore, e variando la velocità di questo fino alla risonanza.

Questa velocità era mantenuta costante durante le osservazioni col ponte di misura. Un secondo metodo preferibile quando l'alternatore era collocato in locale differente della sala di osservazione è il seguente dovuto al prof. Rosa. Un doppio elettrodinamometro aperiodico è composto di due spirali *a b* mobili intorno al medesimo asse rispettivamente nel campo di un paio di spirali fisse *A, B*. La tensione della linea proveniente dall'alternatore (o parte di essa) è applicata a due circuiti in parallelo. Uno di essi contiene in serie un condensatore le due spirali *a b* e una delle fisse *B*; esso, se la reattanza delle spirali è trascurabile di fronte a quella del condensatore, è percorso da una corrente *i*, proporzionale a ωC ; l'altro contiene la spirale *A* e una induttanza *L* molto grande rispetto a quella delle spirali, in modo che è percorso da una corrente i_2 proporzionale a $\frac{1}{\omega L}$. Il momento torcente tra la spirale *b* e la *B* è proporzionale a i^2 , cioè a ω^2 , quello tra la spirale *a* e la *A* è proporzionale a $i, i_2 \cos \varphi$ cioè indipendente dalla frequenza. Si stabiliscono le connessioni in modo che i due momenti siano opposti, e che per una data frequenza si possa stabilire l'equilibrio; ogni variazione di frequenza è indicata dalla deviazione dello strumento in un senso o nell'altro a seconda del senso della variazione. L'osservazione dello strumento permette dunque di riportare l'alternatore sempre alla medesima velocità colla manovra delle resistenze regolatrici incluse nel circuito esistente del motore (a corrente continua).

Il valore assoluto della frequenza si misura con approssimazione sufficiente allo scopo con un contagiri. Per misure più esatte si usa un ponte ausiliario con resistenze in tre lati ed un condensatore in serie con induttanze variabili nel quarto. Ottenuto l'equilibrio, la frequenza si deduce dalla nota relazione $\omega^2 L C = 1$.

Temperatura. Era regolata mediante un ampio recipiente a doppia parete contenente acqua mantenuta a temperatura costante per 24 ore prima delle misure.

I risultati sono riassunti in numerose tavole grafiche che danno le capacità e le differenze di fase in funzione della temperatura e della frequenza.

Nella seconda parte del lavoro l'A. espone le principali teorie dell'assorbimento che interessano lo studio presente.

Il Maxwell dimostrò che se un dielettrico non è omogeneo, ma stratificato, delle cariche si raccolgono sulle superficie degli strati di natura diversa, e non svaniscono che con successive scariche; cioè si verifica sempre che il prodotto della costante dielettrica per la resistenza specifica non sia uguale per tutti gli strati. Il Maxwell limitò lo studio alle f. e. m. continue; il Rowland lo estese alle sinusoidali.

Secondo Houllevigue lo spostamento di un dielettrico imperfetto si compone di due parti: di uno spostamento istantaneo dell'etere tale da raggiungere l'equilibrio delle forze elastiche tra l'etere e le molecole; e di un cedimento graduale delle molecole sotto questa sensazione. Le forze dipendenti dallo spostamento dipendono non solo dalla grandezza di questo, ma anche dalla sua velocità.

Pellat ammette che lo spostamento dovuto a un campo F acquista istantaneamente il valore $\frac{KF}{4\pi}$, poi aumenta logaritmicamente fino a un valore limite.

Lo Schweidler, per metter meglio d'accordo la teoria coi fatti, esprime la legge di aumento con una serie di termini esponenziali invece che con uno solo.

Hopkinson considera il fenomeno come analogo all'elasticità susseguente, ossia dovuto alla persistenza delle deformazioni dopo cessate le cause deformatrici.

L'A. discute queste teorie e le sviluppa analiticamente mostrando anche il modo di metterle a confronto coi risultati delle sue esperienze.

Nella terza parte sono riassunti i risultati dello studio.

Dalle misure risulta: 1° che le variazioni di capacità e di differenze di fase colla temperatura e la frequenza sono nei condensatori di carta assai maggiori che in quelli di mica; 2° che esse sono maggiori quando è maggiore il valore assoluto della differenza di fase; 3° i condensatori di carta non sono adatti come campioni, nè per le esperienze con corrente alternata che richiedono capacità costante; 4° il loro uso per f. e. m. continue nelle misure deve condannarsi; 5° le differenze di fase variano da 6' fino a 22°; ma spesso nei condensatori del commercio si giunge a parecchi gradi, e si trova una resistenza interna non trascurabile, talvolta la perdita di energia nel conduttore supera quella nel dielettrico.

Quanto alle teorie sopra accennate, si trova: 1° che la teoria di Hopkinson è matematicamente equivalente a quella di Pellat-Schweidler; 2° solo queste teorie danno risultati concordi coll'esperienza; da esse si deduce un metodo pel calcolo delle capacità ideale nel condensatore privo di assorbimento.

M. A.

Un nuovo apparecchio per la misura del flusso magnetico.

B. H. MORPHY e U. A. OSCHWALD. — *The Electrician* - 1912 - Vol. 68, pag. 853.

L'apparecchio ideato dagli AA. ha lo scopo di permettere di rilevare con facilità, per uso didattico, l'andamento del campo magnetico nell'intraferro delle macchine elettriche. L'equipaggio mobile è costituito da una sottile asticella di ottone, la quale porta presso ciascuna delle estremità un intaglio. Fra questi due intagli è avvolto, a guisa di spola, un filo che forma 20 spire e termina, mediante due appendici flessibili in argento a due morsetti dell'astuccio. Presso uno degli estremi dell'asticella è fissato un cubo di ottone, sulle cui faccie esterne sono fissati 4 specchi che permettono di misurare per riflessione le deviazioni dell'equipaggio. Questo termina con due punte fulcrante su cuscinetti di diamante ed è contenuto in un astuccio cilindrico, che ha una parte lunga e sottile (diametro 3 mm. circa), contenente la spira e destinata ad essere introdotta nell'intraferro della macchina (in direzione parallela all'asse), ed una parte più grossa e sfiestrata, che resta fuori dell'intraferro, porta i morsetti a cui termina la spirale interna ed è solidale con un braccio, a cui sono affidati un cannocchiale ed una

scala per la lettura delle deviazioni dell'equipaggio. Ad esse contrasta una molla a spirale, di cui un estremo è fisso all'equipaggio e l'altro all'astuccio. Dalla deviazione, che l'equipaggio subisce quando il suo avvolgimento è attraversato da una corrente (dell'ordine di 0,03 ampère), si deduce la grandezza del flusso, e dall'orientazione, che si deve dare all'apparecchio intorno al suo asse affinchè la deviazioni diventi nulla, si deduce la direzione del flusso medesimo.

Gli A. svolgono brevemente la teoria del loro apparecchio, dimostrando, che fra ampi limiti la proporzionalità fra deviazione, flusso e corrente si verifica con buonissima approssimazione e riportano parecchi diagrammi di rilievi eseguiti. Questi dimostrano l'andamento del flusso così nell'interfero come nella regione interpolare per macchine a corrente continua con indotto liscio o dentato, quando si ha corrente solo nell'induttore o solo nell'indotto o in ambedue, con o senza angolo di calaggio delle spazzole. I diagrammi presentati dagli AA. sono pertanto una illustrazione chiara ed istruttiva dei fenomeni fondamentali della reazione d'armatura.

G. V.

Amperometro e voltmetro elettrodinamico.

J. L. D. RIDSDALE. — *Journal of the Institution of Electrical Engineers*
- marzo 1912 - pag. 515-533.

L'A. si propone di mostrare come si possano eliminare in questi strumenti gli errori dovuti alla frequenza ed all'aumento di temperatura.

1.º AMPEROMETRO ELETTRODINAMICO.

Il più semplice, e anche il più esatto è quello in cui la bobina fissa e la mobile sono direttamente in serie tra loro e sono percorse dall'intera corrente del circuito in cui sono inserite: in questo caso non vi sono curve derivanti dall'aumento di temperatura e lo strumento si comporta ugualmente bene colla corrente alternata e continua: vi è però l'inconveniente che non può misurare che corrente debole, al massimo di 1 ampère, in vista specialmente dei collegamenti colla bobina mobile. Per aumentare la portata dello strumento bisogna shuntarlo e nello stesso tempo mettere in serie cogli avvolgimenti una resistenza non induttiva per ridurre gli errori dovuti alle già citate cause: non è però facile ridurla a un valore trascurabile; e per dimostrarlo chiaramente consideriamo un esempio particolare. Sia uno strumento la cui scala va da zero a un ampère e proponiamoci di elevarne la portata fino a 100 ampère: preso uno strumento realmente costruito troviamo che le resistenze della bobina fissa e mobile sono di 0,15 e 0,18 ohm e che le rispettive autoinduzioni sono di 0,25 e 0,026 millihenry.

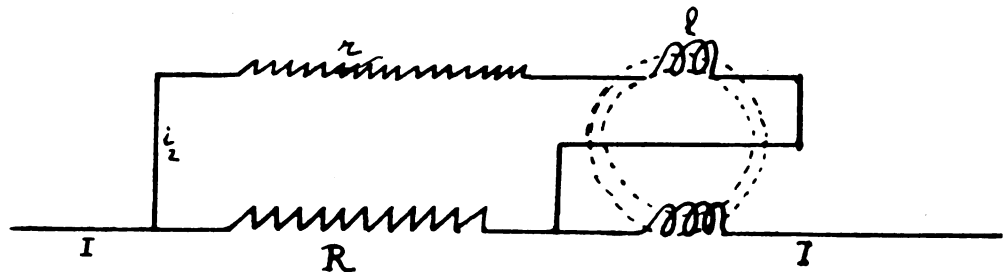
Volendo shuntare lo strumento mettiamo in serie colle bobine una resistenza non induttiva e avente un coefficiente di temperatura trascurabile in modo che la resistenza totale risulti di 1 ohm (vuol dire che avremo nello strumento e nello shunt la caduta di 1 volt). Perchè il rame delle bobine rappresenta 1/3 della resistenza totale si avrà un errore di 0,14 % per ogni grado C di aumento di temperatura. Quanto poi al comportamento colla corrente alternata ricordiamo che indicando con M e M' i poteri moltiplicatori corrispondenti alla corrente continua e alternata si ha:

$$M' = M \sqrt{1 + \left(\frac{M-1}{M}\right)^2 T^2 \omega^2}$$

dove T è la costante di tempo dello strumento. Ammesso che lo shunt non sia induttivo ed abbia quindi costante di tempo eguale a zero, nel nostro caso si ha

$$T = \frac{(0,25 + 0,026) 10^{-3}}{1} = \frac{2,76}{10^4}; M = 100 \text{ e per } r = 50 \text{ } M' = 1,0037 M.$$

cioè lo strumento, colla corrente alternata, dà un errore in meno di 0,37 %. Si vede quindi che lo shuntare un amperometro porta facilmente a errori inammissibili in uno strumento di precisione. L'unico rimedio (oltre che ricorrere a una eccessiva caduta di tensione) è di fare la costante di tempo dello shunt uguale a quella dello strumento il che praticamente non è facile.



Se invece (fig. 1) si shunta soltanto la bobina mobile si ha, come ora vedremo, un amperometro che dà la stessa precisione tanto colla corrente alternata quanto colla continua.

Sia:

E la caduta di tensione nello shunt di autoinduzione trascurabile;

R la resistenza dello shunt, r quella del circuito mobile;

l la autoinduzione della bobina mobile, M il coefficiente di induzione mutua tra fissa e mobile.

Si ha:

$$E = i_2 (r + j \omega l) + j \omega M I$$

dove i_2 è la corrente nella bobina mobile e I la totale; da cui:

$$i_2 = \frac{E - j \omega M I}{r + j \omega l}$$

La corrente nello shunt è $i_1 = \frac{E}{R}$ onde:

$$i_1 + i_2 = I = \frac{E}{R} + \frac{E - j \omega M I}{r + j \omega l}$$

$$E = I \frac{r + j \omega l + j \omega M}{R + r + j \omega l} R$$

$$i_2 = \frac{I}{r + j \omega l} \left[\frac{r + j \omega l + j \omega M}{R + r + j \omega l} R - j \omega M \right] = I \frac{R - j \omega M}{R + r + j \omega l}$$

$$i_2 = I \frac{R(R + 2) - \omega^2 M l - j [\omega M(R + 2) + \omega l R]}{(R + 2)^2 + \omega^2 l^2}.$$

Detto A l'angolo tra I e i_2 si ha:

$$\cos A = \frac{\omega M(R + r) + \omega l R}{R(R + r) - \omega^2 M l} \quad \cos A = \frac{R(R + r) - \omega^2 M l}{\sqrt{(R^2 + \omega^2 M^2) [(R + r)^2 + \omega^2 l^2]}}$$

si ha poi.

$$i_2 I = I^2 \sqrt{\frac{R^2 + \omega^2 M^2}{(R+r)^2 + \omega^2 l^2}}$$

$$i_2 I \cos A = I^2 \frac{R(R+r) - \omega^2 M l}{(R+r)^2 + \omega^2 l^2} = I^2 \frac{R}{R+r} \left[\frac{1 - \omega \frac{M}{R} \omega T}{1 + \omega^2 T^2} \right]$$

dove $T = \frac{l}{R+r}$. Quando si usa lo strumento colla corrente continua, il momento torcente è uguale a

$$K I i_2 = K I^2 \frac{R}{R+r}$$

quando invece si usa colla corrente alternata è uguale a

$$K I i_2 \cos A = K I^2 \frac{R}{R+r} \left(\frac{1 - \omega \frac{M}{R} \omega T}{1 + \omega^2 T^2} \right)$$

cioè la corrente alternata I che produrrebbe lo stesso effetto della corrente continua I sarebbe:

$$I' = I \sqrt{\frac{1 + \omega^2 T^2}{1 - \omega \frac{M}{R} \omega T}}$$

e con facile riduzione si trova che se lo strumento è tarato colla corrente continua, l'errore percentuale che si ha usandolo colla corrente alternata è

$$100 \omega \frac{T}{2} \left(\omega \frac{M}{R} \omega T \right)$$

Sostituendo alle varie quantità, che figurano in questa espressione, i valori corrispondenti a un particolare strumento, l'A. trova che, per una frequenza uguale a 100, l'errore sarebbe di 0,01 % il che è stato confermato da misure dirette. L'errore sarebbe quindi trascurabile.

Fin qui l'A. ha tacitamente supposta la forma sinusoidale delle curve, passa poi a studiare l'effetto della forma mediante la decomposizione nelle singole armoniche e dell'esame di due casi estremi, di forma rettangolare e triangolare, conclude che questo effetto è assolutamente trascurabile.

Passiamo ora a studiare l'effetto dovuto all'aumento di temperatura.

Abbiamo detto che alla temperatura a cui venne fatta la taratura il momento torcente è $K I^2 \frac{R}{R+r}$; se ora il coefficiente di temperatura di R è nullo e quello di r è α , per un aumento di $t^\circ C$ il momento torcente diventa $K I^2 \frac{R}{R+r(1+\alpha t)}$ e quindi con facile riduzione, trascurando R rispetto ad r si trova che

$$\text{l'errore per cento è: } = \frac{1}{2} 100 \alpha t.$$

Ricordando che

$$\alpha = \frac{a_1 r_1 + a_2 r_2}{r_1 + r_2 r_3}$$

dove r_1 = resistenza bobina mobile; r_2 = resistenza contatti; r_3 resistenza non induttiva di coefficiente di temperatura nullo a_1 = coefficiente di temperatura della bobina mobile; a_2 coefficiente di temperatura dei contatti, l'A. trova per lo strumento già citato

$$a = 0,00034$$

e quindi per $t = 10^\circ C$ un errore di circa $1/6$ per cento.

Risulta quindi mostrato che un amperometro così costruito riduce in limiti accettabilissimi gli errori dovuti alla temperatura e frequenza senza esigere una grande caduta di tensione nello shunt.

2. VOLTOMETRO ELETTRODINAMICO.

La costruzione di un buon voltmetro è più facile di quella di un buon amperometro e se non si esige di consumare poca energia, il problema non presenta alcuna difficoltà. Nel voltmetro le bobine fisse e mobili sono sempre in serie tra loro e con una resistenza non induttiva di modo che detta R la resistenza totale, L e M i coefficienti di autoinduzione e induzione mutua si ha:

$$E = i (R + \omega L + \omega M)$$

e poichè il momento torcente è $\propto i^2$, il rapporto tra la tensione continua e alternata che producono lo stesso momento torcente è;

$$\sqrt{\frac{R^2 + \omega^2 (L + M)^2}{R^2}} = \sim 1 + \frac{1}{2} \omega^2 T^2 \quad \text{dove } T = \frac{L + M}{R}$$

e quindi se si tara lo strumento con corrente continua e si usa con alternata si ha: errore per cento = $1/2 \cdot 100 \omega^2 T^2$.

Per $\nu = 100$ in uno strumento in cui $T = \frac{5,25}{105}$ l'autore trova un errore di $1/20$ %.

La questione dell'aumento di temperatura non viene considerata dall'autore.

Fin qui si è supposto di considerare strumenti indicatori in cui le forze in giuoco sono piccole: veniamo ora a considerare il caso di uno strumento registratore in cui invece devono essere grandi le forze in giuoco per vincere le resistenze dell'apparecchio scrivente e, poichè è raro che si richieda un amperometro registratore da inserire tanto sulla corrente continua che alternata, ed è invece frequente tale richiesta per un voltmetro, consideriamo soltanto quest'ultimo.

Poichè si richiedano grandi forze, non è possibile ridurre a un valore trascurabile la costante del tempo dello strumento: tuttavia per ridurre al minimo gli errori dovuti alla frequenza si ricorre in pratica a un condensatore messo in parallelo cogli avvolgimenti o colla resistenza non induttiva. Consideriamo questo secondo caso: detta R la resistenza non induttiva, C la capacità in parallelo con essa, L , r l'autoinduzione e resistenza degli avvolgimenti, trascurando l'induzione mutua si ha che l'impedenza

$$Z = r + j \omega L + \frac{1}{\frac{1}{R} + j \omega C}$$

o anche

$$Z^2 = r^2 + \omega^2 L^2 + \frac{R^2 + 2 R r - 2 \omega^2 R^2 L C}{1 + \omega^2 C^2 R^2}$$

Perchè lo strumento dia la stessa indicazione colla corrente continua e alternata, deve essere $Z = R + r$ e quindi

$$\omega^2 l^2 - 2 R r - R^2 + \frac{R^2 + 2 R r - 2 \omega^2 R^2 l C}{1 + \omega^2 C^2 R^2} = 0$$

da cui

$$C = \frac{l}{R_t^2 - Z_a^2} \left(\sqrt{1 + \frac{R_t^2 - Z_a^2}{R^2}} - 1 \right) \text{ farad}$$

dove R è la resistenza di tutto lo strumento e Z l'impedenza dei soli avvolgimenti.

Per uno strumento particolare da inserire in un circuito a 220 volt l'A. trova

per $\nu = 100$	$C = 0.01716$ microfarad
» $\nu = 50$	$C = 0,071$ »
» $\nu = 25$	$C = 0,071$ »

Per uno strumento analogo, ma per circuito a 100 volt trova per

$\nu = 100$	$C = 0,244$ microfarad
$\nu = 50$	$C = 0,242$ »
$\nu = 25$	$C = 0,2418$ »

il che conferma il fatto che al diminuire della tensione la compensazione riesce più difficile.

L'Autore considera ancora il caso in cui la capacità sia in parallelo cogli avvolgimenti e negli stessi casi trova capacità un pochino più forti

G M

N. 9.

INDICE

dei più importanti articoli pubblicati nei periodici posseduti
dalla Biblioteca Centrale

(Vedi elenco delle abbreviazioni usate per i periodici a pag. 93 del fascicolo 1.º)

Applicazioni diverse.

- *Nuovo accoppiamento elettrico e sue applicazioni.* — M. BRESLAUER. — (Lum. El., 16 marzo 1912, Vol. XVII, N. 11, pag. 330).
- *Il problema del riscaldamento elettrico dell'acqua.* — W. R. COOPER. — (El., E., 21 giugno 1912, Vol. LXIX, N. 11, pag. 447).
- *Note sull'uso della corrente alternata per lo scarico del carbone.* — W. N. RYERSON e I. B. CRANE. — (El., L., 3 maggio 1912, Vol. LXIX, N. 4, pag. 136).
- *Argani e paranchi a motore.* — H. THIENE. — (E. T. Z., 30 maggio 1912, Vol. 33, N. 22, pag. 564).

Argomenti diversi.

- *Antonio Pacinotti.* — A. BIANCHI. — (A. E. I., aprile 1912, Vol. XVI, N. 4, pag. 251).
- *Riscaldamento e dissipazione del calore negli accoppiamenti a vite.* — B. J. SHILLITO. — (L., L., 19 aprile 1912, Vol. LXIX, N. 2, pag. 55).
- *Macchina per isolamento di conduttori piatti.* — H. WITZ. — (E. T. Z., 16 maggio 1912, Vol. 33, N. 20, pag. 515).
- *Il canale di Panama.* — S. G. FREUND. — (E. T. Z., 20 giugno 1912, Vol. 33, N. 25, pag. 643).
- *Motori ed equipaggiamento elettrico per il comando di paratoie.* — H. M. GASSNIAN. — (Am. Inst. E. E., maggio 1912, Vol. XXXI, N. 5, pag. 535).
- *Costruzione pratica dei sostegni.* — J. E. MACDONALD. — (Am. Inst. E. E., maggio 1912, Vol. XXXI, N. 5, pag. 499).
- *Registratore di scariche atmosferiche.* — E. E. F. CREIGHTON, H. E. NICHOLS e P. E. HOSEGOOD. — (Am. Inst. E. E., maggio 1912, Vol. XXXI, N. 5, pag. 623).

Elettrochimica e elettrotermica.

- *Sviluppo elettrochimico e elettrometallurgico nel Canada.* — S. DUSHMAN. — (El., L., 28 giugno 1912, Vol. LXIX, N. 12, pag. 483).
- *Il forno elettrico.* — F. A. J. FITZ GERALD. — (Am. Inst. E. E., giugno 1912, Volume 31, N. 6, pag. 875).
- *Metodo semplice per misure termoelettriche di alte temperature.* — J. P. RAYMOND. — Z. Belw., B., 30 maggio 1912, Vol. XVIII, N. 15, pag. 169).

Elettrofisica.

- *I moti Browniani e le grandezze molecolari.* — A. LINARI. — (El., R., 1 giugno 1912, Vol. XXI, N. 11, pag. 163).
- *Sul passaggio dei raggi X attraverso le materie.* — S. J. ALLEN. — (Ph. Rev., N. Y., aprile 1912, Vol. XXXIV, N. 4, pag. 296).
- *Rigidezza dielettrica dell'aria.* — F. W. PEEK. — (Am. Inst. E. E., giugno 1912, Vol. 31, N. 6, pag. 1085).
- *Rigidità dielettrica dell'aria.* — J. B. WHITEHEAD. — (Am. Inst. E. E., giugno 1912, Vol. 31, N. 6, pag. 839).
- *La propagazione termica nelle macchine elettriche.* — H. D. SYMONS e M. WALKER. — (Inst. E. E., L., maggio 1912, Vol. 48, N. 213, pag. 674).
- *Alcuni punti nell'uso e nella teoria dell'oscillografo.* — J. K. A. WERTHEIM SALOMONSON. — (El. L., 7 giugno 1912, Vol. LXIX, N. 9, pag. 357).
- *Elettroni liberi nei metalli.* — D. OWEN. — (El. L., 3 maggio 1912, Vol. LXIX, N. 4, pag. 147).
- *Il campo elettrico rotante.* — A. E. KENNELLY. — (El., L., 19 aprile 1912, Volume LXIX, N. 2, pag. 51).

Generatori elettrici.

- *Caratteristiche e proprietà meccaniche dei generatori moderni, in particolare di quelli a grande velocità.* — H. BEHN-ESCHENBURG. — (E. T. Z., 6 giugno 1912, Vol. 33, N. 23, pag. 592).
- *Generazione industriale di correnti ad alta frequenza.* — M. LATOUR. — (Lum. El., 22 giugno 1912, Vol. XVII, N. 25, pag. 355).
- *L'azione della forza centrifuga nei poli degli alternatori.* — J. DALEMONT. — (Lum. El., 24 febbraio 1912, Vol. XVII, N. 8, pag. 227).
- *Grandi dinamo a corrente continua per l'industria elettrochimica.* — H. DAE-SCHLER. — (E. T. Z., 23 maggio 1912, Vol. 33, N. 21, pag. 529).

Illuminazione.

- *L'illuminazione a gas delle case private.* — W. H. Y. WEBBER. — (El. Eng., L., maggio 1912, Vol. V, N. 5, pag. 250).
- *Radiazioni ultraviolette delle sorgenti luminose comuni.* — M. LUCKIESH. — (El. W., N. Y., 15 giugno 1912, Vol. 59, N. 24, pag. 1314).
- *Apparecchio per la determinazione del consumo specifico delle lampade ad incandescenza.* — H. E. IVES. — (El. W., N. Y., 8 giugno 1912, Vol. 59, N. 23, pag. 1268).
- *La luce fredda a sorgente puntiforme.* — DUSSAUD. — (Lum. El., 10 febbraio 1912, Vol. XVII, N. 6, pag. 163).
- *Cambiamenti nei filamenti metallici durante l'uso.* — F. J. BRISLEE. (El., E., 31 maggio 1912, Vol. LXIX, N. 8, pag. 325).
- *La scelta dei riflettori per l'illuminazione stradale.* — L. BLOCH. (El., E., 31 maggio 1912, Vol. LXIX, N. 8, pag. 308).
- *L'effetto dell'altezza di sospensione delle lampade sull'intensità dell'illuminazione.* — W. E. BARROWS. — (El., L., 24 maggio 1912, Vol. LXIX, N. 7, pag. 266).
- *Condensatori in serie con lampade a filamento metallico.* — A. W. ASHTON. — (El., L., 24 maggio 1912, Vol. LXIX, N. 7, pag. 263).
- *Archi a fiamma gialla.* — M. SOLOMON. — (El. L., 3 maggio 1912, Vol. LXIX, N. 4, pag. 130).
- *Illuminazione elettrica di case private.* — W. R. RAWLINGS. — (El., L., 26 aprile 1912, Vol. LXIX, N. 3, pag. 92).

Impianti.

- *Contributo al calcolo delle reti di distribuzione elettriche.* — E. MATTANSIT. — (Lum. El., 1 giugno 1912, Vol. XVIII, N. 22, pag. 259).
- *Le centrali presso gli alti forni.* — A. WITZ. — (Lum. El., 13 aprile 1912, Vol. XVIII, N. 15, pag. 35).
- *La ricerca di guasti e gli apparecchi di sezionamento.* — R. CALMETTES. — (Lum. El., 9 marzo 1912, Vol. XVII, N. 10, pag. 294).
- *Misura delle correnti vaganti nei tubi.* — C. HEHNG. — (Am. Inst. E. E., giugno 1912, Vol. 31, N. 6, p. 1147).
- *Corrosione elettrolitica del ferro immerso nel suolo stradale.* — A. F. GANZ. — (Am. Inst. E. E., giugno 1912, Vol. 31, N. 6, pag. 1001).
- *Isolatori portanti.* — R. H. CHONIN. — El. W., N. Y., 29 giugno 1912, Vol. 59, N. 26, pag. 1442).
- *Calcolatore meccanico per gli impianti elettrici.* — W. H. EDMONDSON. — (El. W., N. Y., 22 giugno 1912, Vol. 59, N. 25, pag. 1391).
- *Il problema delle tariffe negli impianti elettrici.* — L. ROSENBAUM. — (El. u. Masch., W., 7 luglio 1912, Vol. 30, N. 27, pag. 564).
- *Influenza della corrente d'avviamento dei motori sui grandi sistemi di distribuzione.* — P. M. LINCOLN. — (Am. Inst. E. E., giugno 1912, Vol. 31, N. 6, pag. 951).
- *Distribuzione di energia elettrica per riscaldamento dal punto di vista degli impianti.* — F. M. LONG. — (El. L., 21 giugno 1912, Vol. LXIX, N. 11, p. 438).
- *Alcuni problemi di trasmissione ad alta tensione.* — C. P. STEINMETZ. — (El., L., 7 giugno 1912, Vol. LXIX, N. 9, pag. 360).
- *Sulla forma delle curve delle correnti alternate.* — A. CAMPBELL. — (El., L., 19 aprile 1912, Vol. LXIX, N. 2, pag. 49).
- *Note sul funzionamento delle centrali.* — J. W. JACKSON. — (El., L., 19 aprile 1912, Vol. LXIX, N. 2, pag. 48).
- *Classificazione delle linee aeree.* — W. v. MEILENDORFF. — (E. T. Z., 27 giugno 1912, Vol. 33, N. 25, pag. 662).
- *Criteri per la costruzione degli isolatori portanti e passanti.* — W. FELLEBERG. — (E. T. Z., 6 giugno 1912, Vol. 33, N. 23, pag. 582).

Metodi e strumenti di misura.

- *Misura del voltaggio e della corrente in una lunga linea di trasmissione artificiale.* — A. E. KENNELLY e F. W. LIEBERKNECHT. — (Am. Inst. E. E., giugno 1912, Vol. 31, N. 6, pag. 805).
- *Wattometri compensati.* — A. L. ELLIS. — (Am. Inst. E. E., giugno 1912, Volume 31, N. 6, pag. 1217).
- *Il fasofono, nuovo strumento di controllo per centrali a corrente trifasica.* — H. OSTEN. — (Elek., W., 10 luglio 1912, Vol. 31, N. 13, pag. 166).
- *Semplificazione dei calcoli termici; il Watt e l'Ohm termico.* — C. HERING. — (Am. Inst. E. E., giugno 1912, Vol. 31, N. 13, pag. 885).
- *Caratteristiche e applicazioni dei galvanometri a vibrazioni.* — F. WENNER. — (Am. Inst. E. E., giugno 1912, Vol. 31, N. 6, pag. 1073).
- *Misure elettriche sulle lampade.* — E. J. EDWARDS. — (Am. Inst. E. E., giugno 1912, Vol. 31, N. 6, pag. 1189).
- *Misure di piccole correnti alternate.* — M. G. NEWMANN. — (Am. Inst. E. E., giugno 1912, Vol. 31, N. 6, pag. 1177).
- *Impiego del voltcoulombometro, sistema Arnò, per il controllo del fattore di potenza nella misura industriale dell'energia elettrica.* — R. ARNO'. — (Lum. El., 24 febbraio 1912, Vol. XVII, N. 8, pag. 231).

Motori elettrici.

- *Il motore trifasico in serie della Siemens-Schuckert.* — M. SCHENKEL. — (E. T. Z., 9 maggio 1912, Vol. 33, N. 19, pag. 473).
- *Freno elettrico per motori trifasici a collettore.* — K. SCHENFER. — (El. ü. Masch., W., 30 giugno 1912, Vol. 30, N. 26, pag. 533).
- *Il regolaggio economico della velocità dei motori trifasici.* — G. MEYER. — (Lum. El., 6 gennaio 1912, Vol. XVII, N. 1, pag. 14).
- *Avvolgimenti dei motori ad induzione.* — H. B. FOOTE. — El. W., N. Y., 25 maggio 1912, Vol. 59, N. 21, pag. 1122).

Motori primi.

- *La turbina Tesla.* — BONIN. — (E. T. Z., 9 maggio 1912, Vol. 33, N. 19, pag. 486).
- *Vaporizzatori, eiettori e condensatori.* — M. LEBLANC. — (Lum. El., 6 gennaio 1912, Vol. XVII, N. 1, pag. 7).

Radiotelegrafia e radiotelefonia.

- *Sull'eccitazione nella telegrafia senza fili.* — SHUNKICHI KIMURA. — (Ph. Rev., N. Y., maggio 1912, Vol. XXXIV, N. 5, pag. 345).
- *Apparecchi ad alte frequenze per radiotelegrafia e radiotelefonia.* — E. F. W. ALEXANDERSON. — (E. T. Z., 27 giugno 1912, Vol. 33, N. 26, pag. 659).

Telegrafia, telefonia e segnalazione.

- *Confronto sperimentale dei microfoni Egner-Holmström e Gati.* — BELA GATI. — (Lum. El., 20 aprile 1912, Vol. XVIII, N. 16, pag. 67).
- *Progetto d'impianto telefonico per gli Stati Uniti occidentali.* — A. H. GRISWOLD. — (Am. Inst. E. E., maggio 1912, Vol. XXXI, N. 5, pag. 481).
- *Ricerche sulla realizzazione di un microfono di grande potenza.* — H. MARCHAND. — (Ind. El., P., 10 maggio 1912, Vol. 21, N. 489, pag. 205).
- *Spiegazione della telefonia per cavi a grandi distanze mediante la teoria degli elettroni.* — KAREIS. — (Elek. W., 25 giugno 1912, Vol. 31, N. 12, pag. 151).
- *Le vibrazioni dei diaframmi telefonici.* — CH. F. MEYER e J. B. WHITEHEAD. — (Am. Inst. E. E., giugno 1912, Vol. 31, N. 6, pag. 1023).

Trasformatori e convertitori.

- *Sulle commutatrici con rapporto variabile di trasformazione.* — A. R. GARNIER. — (Ind. El., P., 10 luglio 1912, Vol. 21, N. 493, pag. 291).
- *La forma delle curve nelle convertitrici sincrone.* — J. H. MORECROFT. — (El. W., N. Y., 29 giugno 1912, Vol. 59, N. 26, p. 1437).
- *Impiego dei trasformatori di misura.* — A. MARWIELL. — (Am. Inst. E. E., giugno 1912, Vol. 31, N. 6, pag. 1197).

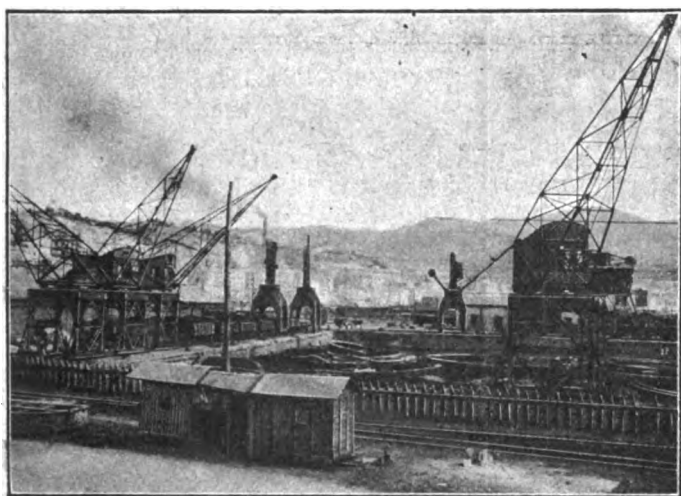
Trazione.

- *Sulla situazione della trazione elettrica in Europa.* — C. E. EVELETH. — (Am. Inst. E. E., maggio 1912, Vol. XXXI, N. 5, pag. 705).
- *Studi e apparecchi per la protezione delle rotaie elettriche.* — E. E. F. CREIGHTON, F. R. SHAVOR e R. P. CLARK. — (Am. Inst. E. E., maggio 1912, Vol. XXXI, N. 5, pag. 659).

- *La trazione elettrica a corrente alternata nelle ferrovie estere.* — H. MARCHAND.
— (Ind. E., P., 10 giugno 1912, Vol. 21, N. 491, pag. 245).
- *Segnali elettrici sulle ferrovie tedesche.* — G. DARY. — (Cos., P., 6 giugno 1912, Vol. 61, N. 1428, pag. 627).
- *La ferrovia elettrica del Bernina.* — VAN LANGENDONCK. — (Cos., P., 25 aprile 1912, Vol. 61, N. 1422, pag. 461).
- *Sulla scelta del sistema di corrente per ferrovie elettriche.* — O. C. ROEDDER. —
El. u. Masch., W., 12 maggio 1912, Vol. XXX, N. 19, pag. 397).
- *Studio sulle condizioni del minimo lavoro nei servizi ferroviari.* — J. FEKL. —
(El. u. Masch., W., 23 giugno 1912, Vol. 30, N. 25, pag. 513).
- *Sulle officine per tramvie elettriche.* — H. SCHORLING. — (El. Krb. Ba., Mü.,
24 giugno 1912, Vol. X, N. 18, pag. 376).

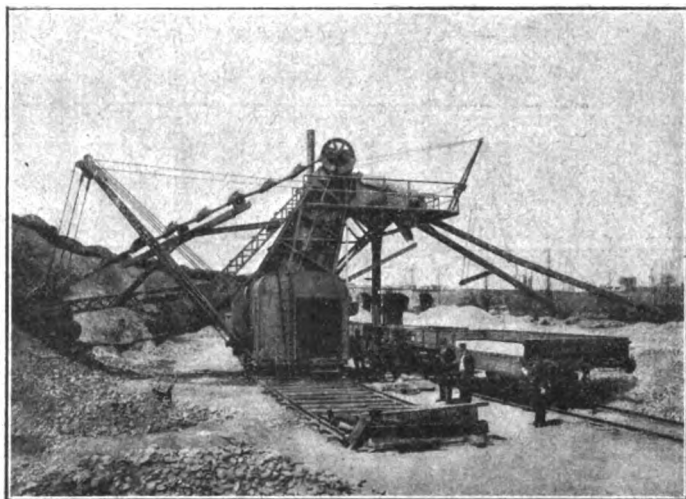
SOCIETA' NAZIONALE OFFICINE DI SAVIGLIANO

Direzione, Via Genova 23, Torino - Officine in Savigliano e Torino



COSTRUZIONI
METALLICHE
MECCANICHE
ELETTRICHE
ED
ELETTRO-MECCANICHE

MATERIALE
FISSE E MOBILE
PER FERROVIE
E TRAMVIE
A VAPORE
ED ELETTRICHE
CABESTANS
SCAVATORI
DRAGHE, ECC.



Rappresentanze:

VENEZIA : Castello, Calle dietro la Chiesa di S. Giovanni Novo, 4439.
ROMA . . : Ing. **Giulio Castelnovo** — Via Sommacampagna, 15.
GENOVA : Sigg. **A. M. Pattono e C.** — Via Caffaro, 17.
MILANO : Ingg. **Gmür, Lanza, Zaretti** — Via Senato, 28.
BARI . . : Ing. **Giuseppe Illuzzi** — Via Caruli, 89.

ING. S. BELOTTI & C.

☐
Telef. 73-03

☐ .. MILANO .. ☐

☐ Teleg. Ingbelotti ☐

☐ CORSO P. ROMANA 76-78 ☐

FORNITURE

per la Costruzione e l'Esercizio

DI

TRAMVIE e FERROVIE

ELETTRICHE

Armamento sedi: Connessioni di rame; scambi, cuori, incroci in acciaio al manganese; utensili per la posa.

Armamento linee aeree: Isolatori, parafulmini, apparecchi di segnalazione, accessori.

Equipaggiamento vetture: Controller, automatici, resistenze, valvole, freni, ingranaggi: parti di ricambio relative.

Equipaggiamento rimesse: Tréteaux, martinetti, stufe per indotti, macchine per ribobinare armature e massine, per rettificare collettori, ecc.

Fornitori delle Ferrovie dello Stato

e delle principali Tramvie e Ferrovie Elettriche d'Italia

Pubblicazione mensile.Conto Corrente con la Posta.**ATTI**

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

UFFICIO CENTRALE

Telefono 20-86Telegrammi ASSELITAMILANO, Via S. Paolo, 10

— Erecta in Ente Morale il 3 Febbraio 1910. —

Premiata con: Diploma di benemerenza all'Esposizione di Como nel 1885 — Gran Premio all'Esposizione di Saint Louis nel 1904 — Gran Premio all'Esposizione di Brescia nel 1910.

INDICE.

N. 1. Résumé des Conférences et des Communications contenues dans la présente livraison.	Pag. 849
» 2. Determinazione dei valori momentanei di flussi d'induzione periodicamente variabili — Comunicazione fatta dal Socio Prof. GIOVANNI MELAZZO alla Sezione di Napoli	» 851
» 3. La trazione monofase col motore Winter-Eichberg — Lettura fatta dal Socio Dott. Ing. GOFFREDO HULDSCHNER alla Sezione di Milano	» 868
» 4. Partecipazione dell'A. E. I. alla Riunione annuale dell'Associazione Svizzera degli Elettricisti. — Notizie comunicate dal Socio GIANCARLO VALLAURI	» 896
» 5. Recensioni	» 899
» 6. Indice dei più importanti articoli pubblicati nei periodici	» 910
<i>Pubblicità Industriale da I a XII e da XIII a XX</i>	

Le riviste che desiderano riprodurre qualcuno degli articoli qui stampati sono pregati di indicare che sono presi dagli Atti della A. E. I.

PROPRIETÀ LETTERARIA



MILANO

Stabilimenti Grafici STUCCHI, CERETTI & C.
16, Via S. Damiano — Via Vittadini, 5

1912

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

UFFICIO CENTRALE

MILANO - 10 - Via S. Paolo - 10 - MILANO

CONSIGLIO GENERALE

PRESIDENZA 1912-1914

Presidente LORI Prof. Ing. FERDINANDO — Padova;
Vice-Presidente BATTELLI ON. Prof. ANGELO, ROMA — LOMBARDI Prof. Ing. LUIGI, Napoli —
SEMENZA Ing. GUIDO, Milano;
Segretario Generale PARVOPASSU Ing. Prof. CARLO, Padova;
Vice-Segretario Generale BIANCHI Ing. ANGELO, Milano;
Cassiere BARBAGELATA Prof. Ing. ANGELO, Milano.

Consiglieri rappresentanti le Sezioni per il 1912.

BOLOGNA — Amaduzzi Prof. Lavoro, *Presidente* — Raffi Ing. Pasquale;
CATANIA — Fusco Ing. Francesco, *Presidente* — Carnazza On. Gabriello — Tricomi Ing. Bonaventura;
GENOVA — Rumi Prof. Ing. Cav. Uff. A. Sereño, *Presidente* — Königshelm Ing. Sigismondo — Pugliese Ing. Augusto
LIVORNO — Vivarelli Prof. Aristide, *Presidente* — Lodolo Ing. Cav. Alberto;
MILANO — Panzarasi Ing. Alessandro, *Presidente* — Bertini Ing. Angelo — Civita Ing. Domenico — Conti Ing. Comm. Ettore — Danioni Ing. Filippo — Fenzi Ing. Enzo — Gadda Ing. Giuseppe — Jona Ing. Emanuele
— Motta Ing. Giacinto — Stucchi Prinetti Ing. Luigi — Vannotti Ing. Ernesto;
NAPOLI — Lombardi Prof. Luigi, *Presidente* — Bonghi Cav. Ing. Mario — Curti Ing. Cav. Camillo Albino —
Granafai Ing. Aslan — Vallauri Ing. Giancarlo.
PADOVA — Amati Ing. Giuseppe, *Presidente* — Milani Ing. Cav. Paolo;
PALERMO — Dina Prof. Ing. Alberto, *Presidente* — Buttafarri Ing. Gaetano;
ROMA — Del Buono Ing. Ulisse, *Presidente* — Ascoli Cav. Prof. Moisè — Majorana Prof. Comm. Quirino —
Mengarini Comm. Prof. Guglielmo — Piola Prof. Francesco;
TORINO — Tedeschi Comm. Ing. Vittorio, *Presidente* — Grassi Comm. Prof. Guido — Jervis Ing. Tommaso —
Ferraris Ing. Prof. Lorenzo — Guagno Ing. Enrico.

CONSIGLI DELLE SEZIONI.

BOLOGNA, Via Pietrafitta, 11 — *Presidente*: Amaduzzi Prof. Lavoro; *Vice-Pres.*: Donati Ing. Alfredo; *Segretario*: Palagi Ing. Torquato; *Cassiere*: Gasparini Ing. Cleto; *Consiglieri*: Calzoni Ing. Adolfo, Cesari Ing. Ettore, Mantegazzini Ing. Giovanni, Novi Cav. Ing. Michelangelo.
CATANIA, Via Euplio, 56 — *Pres.*: Fusco Ing. Cav. Francesco; *Vice-Pres.*: Boggioni Prof. Enrico; *Segretario*: Battaglia Ing. Mario; *Cassiere*: Canzoneri Ing. Domenico; *Consiglieri*: Colacurci Ing. Prof. Vincenzo, Fichera Ing. G. B., D'Amico Ing. Prof. Giuseppe, Tonkowitz Ing. Francesco
GENOVA, Via Interiano, 3-6 — *Pres.*: Rumi Prof. Ing. A. Sereño; *Vice-Pres.*: Ronco Prof. Ing. Nino; *Segretario*: Anfossi Ing. Giovanni; *Cassiere*: Cappellini Cav. Vittorio; *Consiglieri*: Gariboldi Ing. Prof. Cesare, Galliano Ing. Salvatore, Dossnann Ing. Gustavo, Piaggio Ing. Carlo.
LIVORNO, Via Scali del Pesce, 2 — *Presidente*: Vivarelli Prof. Aristide; *Vice-Pres.*: Rosselli Ing. Cav. Angelo; *Segretario*: Dalmedico Ing. Gustavo; *Cassiere*: Catani Ing. Gualberto; *Consiglieri*: Vespignani Cav. Giuseppe, Vivarelli Ing. Virgilio.
MILANO, Via S. Paolo, 10 — *Pres.*: Panzarasi Ing. Alessandro; *Vice-Pres.*: Merizzi Ing. Giacomo; *Segretario*: Campos Ing. Gino; *Cassiere*: Bianchi Ing. Angelo; *Consiglieri*: Arcioni Ing. Vittorio, Brioschi Ing. Franco, Belluzzo Ing. Prof. Giuseppe — Carcano Ing. E. Francesco — Piazzoli Ing. Emilio.
NAPOLI, Via Chiaia, 216 — *Presidente*: Lombardi Prof. Luigi; *Vice-Pres.*: Pizzuti Ing. Michele; *Segr.*: Massari Ing. Marino; *Cassiere*: Sagrese Ing. Achille; *Consiglieri*: Boubée Prof. Comm. F. C. Paolo, Ferrari Ing. Carlo, Indaco Prof. Vincenzo, Liguori Ing. Pirro, Ragno Prof. Saverio, Ruffolo Ing. Francesco.
PADOVA, Via Dante, 38 — *Presidente*: Amati Ing. Giuseppe; *Vice-Pres.*: Lori Prof. Ing. Ferdinando; *Segret.*: Levi Da Zara Dott. Mario; *Cassiere*: Turazza Prof. Giacinto; *Consiglieri*: Corinaldi Ing. Amedeo, Carazzolo Ing. Giuseppe.
PALERMO, Via Maqueda, 175 — *Presidente*: Dina Ing. Prof. Alberto; *Vice-Pres.*: Pagliani Prof. Cav. Stefano; *Segretario*: Santangelo Ing. G. Battista; *Cassiere*: Masticchi Prof. Felice; *Consiglieri*: Arena Prof. Ing. Oreste, Ovarza Prof. Ing. Elia.
ROMA, Via delle Muratte, 70, (Palazzo dei Sabini) — *Presidente*: Del Buono Ing. Ulisse; *Vice-Pres.*: Revessi Ing. Prof. Giuseppe; *Segretario*: Carletti Ing. Aurio; *Cassiere*: Lattes Comm. Ing. Oreste; *Consiglieri*: Biagini Ing. Augusto, Bordoni Ing. Prof. Ugo, Corbino Prof. O. Mario, Di Pirro Comm. Prof. Giovanni, Fano Ing. Guido, Faranda Cav. Ing. Alberto.
TORINO, Galleria Nazionale — *Pres.*: Tedeschi Comm. Ing. Vittorio; *Vice-Presidente*: N. N.; *Segretario*: Ing. Palestrino Carlo; *Cassiere*: Luino Andrea; *Consiglieri*: Bisazza Ing. Cav. Giuseppe, Forster Ing. Paolo, Megardi Ing. Giuseppe, Rossi Prof. Andrea, Trasciatti Ing. Cav. Angelo, Valabrega Ing. Raffaele.

Presidenti antecedenti:

Prof. Comm. Galileo Ferraris (dal 27 Dicembre 1896 al 7 Febbraio 1897)
— Prof. Comm. Giuseppe Colombo (1897-1899) — Prof. Comm. Guido Grassi (1900-1902).
Prof. Comm. Moisè Ascoli (1903-1905) —
Ing. Cav. Emanuele Jona (1906-1908) — Ing. Prof. Luigi Lombardi (1909-1911).

MEMBRI DEL COMITATO DI REVISIONE DELLE NORME.

Prof. Ing. Lori Ferdinando, *Presidente* — Ing. Fano Guido — Ing. Prof. Ferraris Lorenzo — Ing. Giacinto Motta — Ing. Pontiggia Luigi — Ing. Salvadori Riccardo — Ing. Bonghi Mario (Napoli) — Ing. Carazzolo Giuseppe (Padova) — Ing. Dal Medico Gustavo (Livorno) — Ing. Del Buono Ulisse (Roma) — Prof. Dina Alberto (Palermo) — Ing. Jona Emanuele (Milano) — Ing. Königshelm Sigmund (Genova) — Prof. Majorana Quirino (Roma) — Ing. Marietti Salvatore (Bologna) — Ing. Morelli Ettore (Cons. Gen.) — Ing. Raffi Pasquale (Bologna) — Ing. Semenza Guido (Cons. Gen.) — Ing. Soleri Elvio (Torino) — Ing. Trossarelli Ottavio (Torino) — Sig. Ulii Giuseppe (Napoli) — Ing. Vannotti Ernesto (Milano) — Ing. Vismara Enrico (Catania).

ATTI

DELL' ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

Ufficio Centrale: MILANO

N. 1.

RÉSUMÉ DES CONFÉRENCES ET DES COMMUNICATIONS CONTENUES DANS LA PRÉSENTE LIVRAISON

Prof. G. MELAZZO. — **Sur la détermination des valeurs momentanées des flux magnétiques périodiquement variables.**

L'Auteur, après avoir résumé la méthode graphique et la méthode de l'interrupteur synchrone Sahulka, décrit un interrupteur-commutateur synchrone qu'il a imaginé, pour appliquer la méthode de M. Sahulka, même quand les demi-périodes du courant d'excitation alternatif ne sont pas identiques.

A l'aide de cet appareil le flux magnétique que l'on mesure avec le galvanomètre balistique, a toujours ses demi-périodes identiques, car celles-ci comprennent une période entière du flux alternatif en examen.

L'A. fait remarquer que, lorsque on a soin de diminuer convenablement les erreurs dûs aux f. e. m. qui se développent au contact des balais, l'on trouve dans sa méthode et dans celle de M. Sahulka tous les avantages que l'on peut désirer pour la soigneuse détermination des valeurs momentanées du flux magnétique.

GOFFREDO HULDSCHINER. — **La Traction par des Courants Monophasés avec Moteurs Winter-Eichberg de l'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft.**

Le moteur Winter-Eichberg est un moteur monophasé à collecteur fonctionnant en répulsion; il porte sur le stator l'enroulement de compensation et sur le rotor un enroulement normal avec deux jeux de balais: l'un des jeux dans l'axe magnétique du stator représente l'enroulement du travail, dans lequel la tension est induite par le flux du stator, l'autre perpendiculaire à ce flux représente l'excitation et il est alimenté au moyen d'un petit transformateur qui est mis au réseau en série avec le stator.

L'auteur déduit le fonctionnement et les courbes caractéristiques de ce moteur et prouve qu'il fonctionne dans les environs du synchronisme avec un $\cos \varphi$ pratiquement égal à 1.

Description du chemin de fer Padoue-Fusina, le premier en Italie équipé avec le moteur Winter-Eichberg.

Dans ces derniers temps l'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft a développé un type de moteur perfectionné, en alimentant le circuit de travail sur le rotor non seulement par induction, mais aussi directement du réseau.

Les moteurs construits selon ce principe, nommés moteurs à double alimentation, ne sont plus liés au synchronisme et ils sont spécialement adaptés pour les grandes locomotives avec un régime de vitesse très variable. De telles locomotives ont été construites pour la ligne Dessau-Bitterfeld, ligne d'essai des chemins de fer prussiens.

Avec ces moteurs on peut aussi réaliser la récupération d'énergie sur les pentes et cela d'une façon analogue à celle des moteurs asynchrones triphasés.

L'auteur donne quelques résultats, très favorables, d'essais de récupération faits sur une locomotive fournie pour les chemins de fer du Midi de la France.

N. 2.

DETERMINAZIONE DEI VALORI MOMENTANEI DI FLUSSI D'INDUZIONE PERIODICAMENTE VARIABILI

*Comunicazione fatta dal Socio Prof. GIOVANNI MELAZZO alla Sezione di Napoli
il 29 Agosto 1912*

I. Metodo grafico. — 1. È noto che se un circuito magnetico è attraversato da un flusso d'induzione φ , periodicamente variabile nella successione del tempo, in un gruppo di spire N_2 ad esso concatenato (spire esploratrici), si determina una f. e. m. indotta il cui valore momentaneo è misurato da

$$e = - N_2 \frac{d\varphi}{dt}$$

Da questo si deduce

$$\varphi - \varphi_0 = - \int_0^t \frac{e dt}{N_2}$$

cioè, a meno di una costante φ_0 e del segno, i successivi valori momentanei φ del flusso d'induzione possono essere definiti integrando la curva di variazione della f. e. m. indotta nelle spire anzidette.

Ne segue che per ottenere la curva di variazione del flusso d'induzione, determinato in un circuito magnetico dall'azione magnetizzante di una corrente periodicamente variabile, si può dedurre con uno dei metodi noti la curva di variazione della f. e. m. indotta in un certo gruppo di spire esploratrici, e costruirne graficamente la curva integrale.

2. — Il metodo è applicabile sia quando la corrente magnetizzante è alternata a semiperiodici identici, sia quando i suoi semiperiodi, per la presenza di armoniche di ordine pari, non sono identici. Nel primo caso la costante d'integrazione si definisce immediatamente, perchè, dovendo risultare la curva del flusso a semiperiodi identici, basta spostare la curva integrale

parallelamente all'asse delle ordinate, finchè essa risulti simmetrica rispetto all'asse delle ascisse. Nel secondo caso per determinare la costante d'integrazione bisogna far ricorso alla curva media di magnetizzazione del circuito magnetico in esame, deducendo da essa il valore assoluto dell'induzione che corrisponde al valore massimo della forza magnetizzante realizzata nell'esperienza.

II. Metodo di Sahulka. — 3. Nel metodo grafico, oltre a inevitabili incertezze che scaturiscono dalla natura stessa del metodo, per definire un particolare valore del flusso o dell'induzione, è necessario di determinare sia la curva di variazione della f. e. m. indotta nelle spire esploratrici, sia la curva di variazione del flusso: il procedimento indicato risulta senza dubbio troppo lungo e laborioso.

Per siffatta ragione il Dott. Sahulka (1) in un suo lavoro sulle perdite nel ferro sottoposto all'azione di una corrente alternata, definì i valori massimi dell'induzione mediante uno speciale interruttore sincrono da lui ideato.

Questo interruttore è calettato sull'asse di un motore sincrono, alimentato da una corrente che ha la stessa frequenza della corrente magnetizzante, ed è costituito da due anelli metallici elettricamente collegati fra loro: uno di essi ha la superficie esterna continua, mentre nell'altro questa è suddivisa da porzioni di ebanite in segmenti alternatamente isolanti e conduttori, il cui numero è uguale a quello dei poli del motore sincrono. Su questi anelli poggiano due spazzole che permettono di includere l'apparecchio in un circuito comprendente un certo numero di spire concatenate col circuito magnetico da studiare ed un galvanometro a deviazioni proporzionali.

4. — Nella fig. 1, dove è indicata questa disposizione, si è supposto che l'induttore del motore sincrono sia tetrapolare ed al posto delle spire esploratrici è disegnata una sorgente di f. e. m. E . La spazzola B è fissa, mentre la spazzola A è affidata ad un corsoio il quale può scorrere lungo un cerchio graduato, concentrico agli anelli.

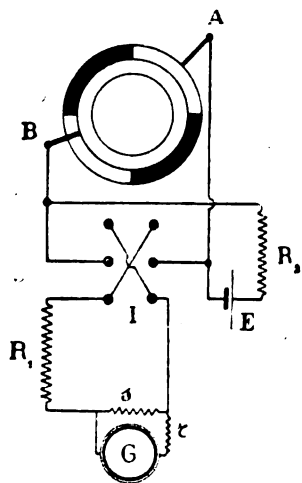


Fig. 1.

Durante il funzionamento dell'apparecchio, il circuito del galvanometro è chiuso tutte le volte che la spazzola A tocca un segmento metallico del relativo anello, perciò il galvanometro resta alternatamente inserito nei semiperiodi che si succedono nel tempo. Esso è quindi sottoposto all'azione deviatrice dovuta alle quantità di elettricità indotte nelle spire esploratrici durante i semiperiodi nei quali il circuito è chiuso; perciò, se la sua durata di oscillazione ed il suo smorzamento sono adeguati, assume una deviazione permanente la quale è proporzionale alla quantità

di elettricità che lo attraversa nell'unità di tempo.

(1) E. T. Z. - 1905 - pag. 981.

5. — Chiamando q la quantità di elettricità indotta nelle N_2 spire esploratrici durante ognuno dei semiperiodi nei quali il circuito del galvanometro è chiuso, K e δ rispettivamente la costante e la deviazione di questo, m il potere moltiplicatore dello shunt del galvanometro, n la frequenza del flusso si ha:

$$nq = m k \delta \quad (1)$$

D'altra parte, se la curva di variazione della f. e. m. indotta ha solo armoniche di ordine dispari

$$q = \frac{2 N_2 \varphi}{\Sigma R} \quad (2)$$

dove φ è il valore del flusso negli istanti in cui la spazzola mobile tocca gli estremi di ogni segmento, e ΣR misura la resistenza complessiva del circuito. Si ha quindi in unità assolute

$$\varphi = m \cdot k \frac{\Sigma R \cdot 10^8}{2 n N_2} \delta; \quad (3)$$

da cui si può dedurre il valore dell'induzione se è nota la sezione del circuito magnetico.

Spostando la spazzola mobile si possono determinare i valori del flusso nei successivi istanti del periodo e disegnare per punti la relativa curva di variazione. Ma è importante notare che noi possiamo misurare direttamente qualsiasi valore momentaneo del flusso, senza bisogno di rilevarne l'intera curva di variazione: così p. es. volendo determinare solo il valore massimo del flusso o dell'induzione, basta situare la spazzola mobile in quella posizione a cui corrisponde la massima deviazione del galvanometro; volendo definire invece la fase del flusso basta cercare quella posizione della spazzola mobile in cui il galvanometro non dà alcuna deviazione.

6. — La determinazione della costante del galvanometro può essere fatta come è indicato nella fig. 4, sostituendo alle spire esploratrici una sorgente di f. e. m. E di valore noto. Si ha infatti con l'interruttore fermo ed il circuito del galvanometro chiuso

$$\frac{E}{\Sigma R} = m k \delta_t;$$

con l'apparecchio in moto

$$\frac{E}{2 \Sigma R} = m k \delta'_t;$$

se non esiste alcuna causa perturbatrice deve evidentemente risultare

$$\delta'_t = 2 \delta''_t.$$

III. Metodo dell' A. — 7. Il metodo di Sahulka è applicabile sempre che la curva di variazione da rilevare non abbia armoniche di ordine pari, perchè solo allora i valori momentanei del flusso d'induzione, che distano di mezzo periodo, sono eguali e di segno contrario e sussiste la relazione (2).

Alcune volte però la suddetta condizione non è soddisfatta e non resterebbe altro mezzo per determinare la curva di variazione del flusso che l'applicazione del metodo grafico. Mi sono perciò proposto di generalizzare il metodo di Sahulka in modo da potere rilevare direttamente l'intero periodo di un flusso d'induzione variabile con legge qualsiasi.

Osserviamo che se i segmenti dell'anello precedentemente descritto hanno uno sviluppo periferico doppio, così da corrispondere alla durata di un intero

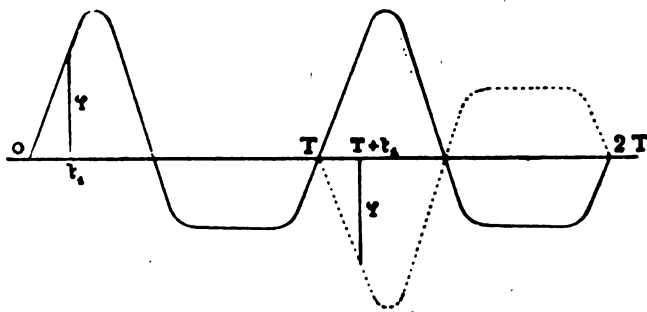


Fig. 2.

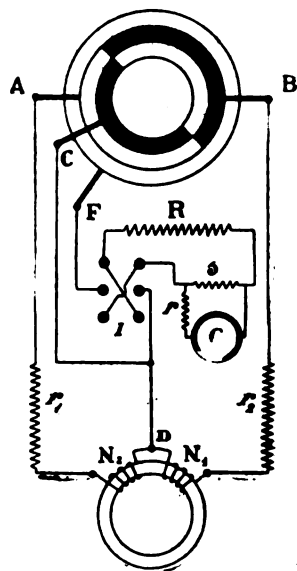


Fig. 3.

periodo, negli istanti in cui la spazzola mobile trovasi agli estremi di ogni segmento, i valori φ del flusso di induzione sono eguali ed hanno lo stesso segno.

Se però ad ogni periodo invertiamo le connessioni delle spire esploratrici rispetto al circuito del galvanometro (fig. 2), il flusso concatenato con questo risulta una grandezza alternativa la cui frequenza è la metà di quella della corrente magnetizzante, ed i cui successivi semiperiodi, alternatamente di segno contrario, debbono essere identici, perchè ognuno di essi è individuato da un intero periodo del flusso d'induzione da rilevare.

In queste condizioni il metodo di Sahulka può essere applicato per determinare la curva di variazione del flusso concatenato col circuito del galvano-

metro, dalla quale può dedursi quella del flusso che attraversa il circuito magnetico in esame.

8. — Per attuare questo metodo ho fatto costruire una coppia di anelli che sono stati calettati sull'albero di una convertitrice tetrapolare del R. Politecnico di Napoli. Ognuno di essi ha la superficie esterna suddivisa secondo un piano diametrale in due segmenti, l'uno conduttore e l'altro di ebanite. Su questi anelli, metallicamente collegati fra loro (fig. 3), poggiano 3 spazzole, due delle quali *A* e *B*, diametralmente opposte, poggiano sullo stesso anello, mentre l'altra *C* è affidata ad un corsoio che può scorrere lungo un cerchio graduato e poggia sul 2° anello.

Per far uso di questo apparecchio colleghiamo in serie fra loro due gruppi identici di spire esploratrici N_1 , N_2 , in modo che le f. e. m. indotte in esse

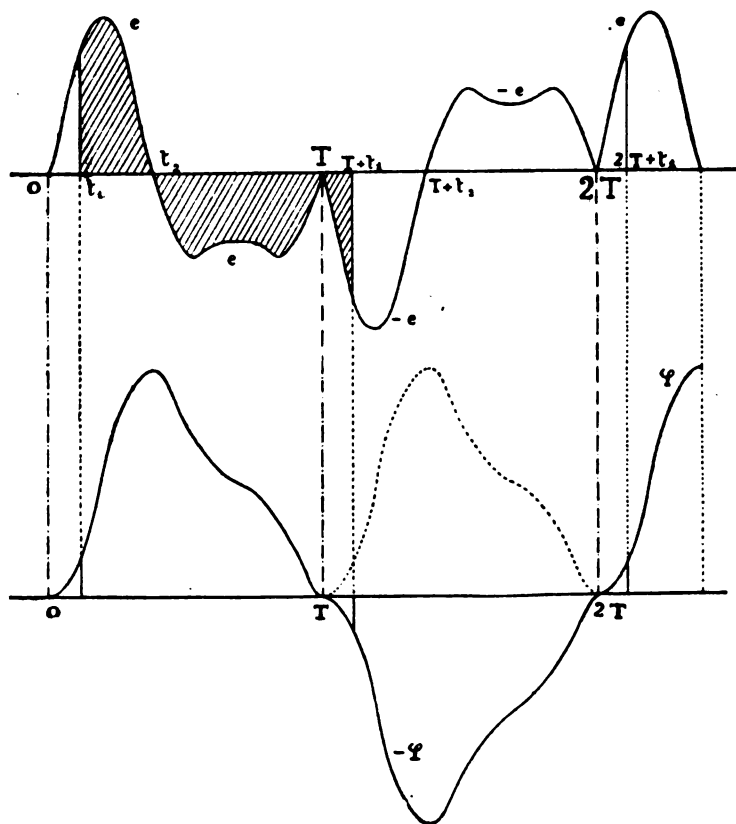


Fig. 4.

siano concordanti; uniamo i loro estremi liberi alle spazzole *A* e *B*, e fra il punto di unione *D* dei due gruppi di spire e la spazzola *C*, per mezzo di un comune invertitore *I*, inseriamo il galvanometro, munito di adeguato riduttore e shunt.

Con questa disposizione le f. e. m. indotte nelle spire esploratrici hanno direzione opposta rispetto al galvanometro, sicchè, se noi supponiamo per un momento che l'anello su cui poggia la spazzola C sia interamente metallico, durante il moto dell'apparecchio restano inserite per la durata di un periodo le spire N_1 , durante il periodo successivo le spire N_2 ; cioè il sistema delle due spazzole A e B e del relativo anello non ha altro effetto che di commutare nel circuito del galvanometro ad ogni periodo la f. e. m. indotta dalla variazione del flusso concatenato con le spire esploratrici.

Questo circuito quindi resta alimentato da una f. e. m. alternata di frequenza metà di quella del flusso, ed i cui semiperiodi sono identici ed eguali ciascuno in valore assoluto ad un periodo della f. e. m. indotta nelle spire esploratrici (fig. 4).

Quando invece l'anello su cui poggia la spazzola C è anch'esso suddiviso in due segmenti uguali, uno isolante e l'altro conduttore, il circuito del galvanometro resta nella successione del tempo alternatamente interrotto e chiuso per la durata di un periodo della f. e. m. indotta e perciò di un semiperiodo della f. e. m. commutata.

L'apparecchio descritto non è altro che un *interruttore-commutatore sincrono* (1).

9. — Spostando solidariamente le spazzole A e B varia il piano di commutazione, cioè l'istante del periodo in cui tale commutazione ha luogo. Lasciando invariata la posizione di queste spazzole e muovendo invece la spazzola C per mezzo del relativo corsoio, le corrispondenti deviazioni del galvanometro permettono di rilevare per punti una curva, la quale varia al variare del piano di commutazione. È quindi indispensabile di definire quale relazione sussiste fra le ordinate delle curve che si possono ottenere nelle varie condizioni.

Supponiamo di contare i tempi da un istante in cui sia nulla la f. e. m. indotta nelle spire esploratrici e supponiamo che la spazzola mobile sia situata in modo che il circuito del galvanometro resti chiuso durante il tempo t_1 , $T + t_1$. Se la commutazione si effettua al tempo T (fig. 4), chiamando ΣR la resistenza complessiva del circuito del galvanometro, la quantità di elettricità q_1 , indotta in esso durante tale periodo, è proporzionale all'area tratteggiata in figura ed è misurata da

$$q_1 = \frac{1}{\Sigma R} \int_{t_1}^{T+t_1} e dt = - \frac{2}{\Sigma R} \int_0^{t_1} e dt \quad (4)$$

Se spostiamo di 180° la spazzola mobile, in modo che il circuito del galvanometro resti chiuso durante il tempo $T + t_1$, $2T + t_1$ la quantità di elet-

(1) Questo apparecchio è stato costruito egregiamente dal meccanico dell'Istituto Elettrotecnico della R. Scuola Superiore Politecnica di Napoli.

tricità che attraversa il circuito in questo tempo è misurata evidentemente da

$$q_1 = \frac{1}{\Sigma R} \int_{T+t_1}^{2T+t_1} e dt = \frac{2}{\Sigma R} \int_T^{T+t_1} e dt \quad (5)$$

che differisce dal valore precedente solo per il segno. Ciò dimostra che le deviazioni che si ottengono al galvanometro situando la spazzola C in posizioni differenti di 180° sono identiche ma di segno contrario, quindi la curva che si ottiene spostando successivamente la detta spazzola di 360° consta di due rami identici, aventi però segno opposto.

Supponiamo ora che la spazzola C occupi le due posizioni precedentemente considerate e che invece la commutazione abbia luogo al tempo t_0 (fig. 5).

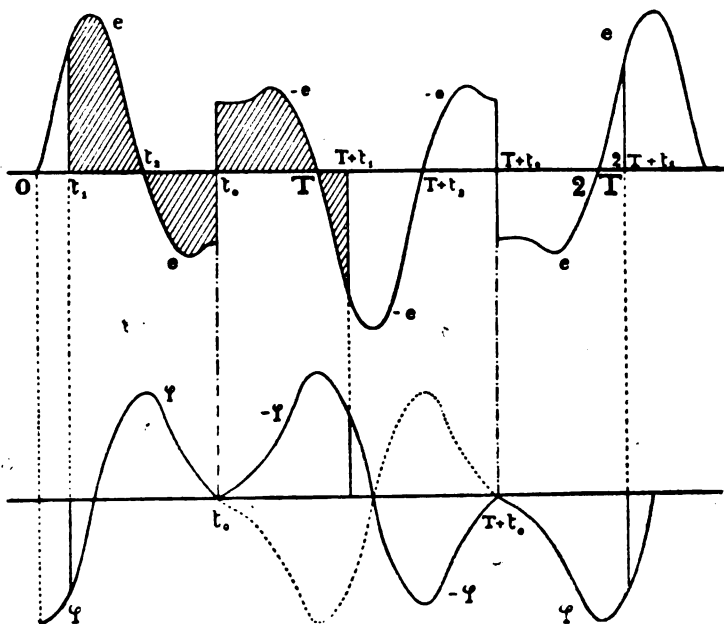


Fig. 5.

La quantità di elettricità indotta che attraversa il galvanometro durante il tempo t_1 , $T + t_1$ è misurata da

$$q_2 = \frac{1}{\Sigma R} \int_{t_1}^{T+t_1} e dt = \frac{2}{\Sigma R} \int_0^{t_1} e dt - \frac{2}{\Sigma R} \int_{t_0}^T e dt \quad (6)$$

Spostando anche questa volta di 180° la spazzola mobile, la quantità di elettricità indotta che attraversa il galvanometro durante il tempo $T + t_1$, $2T + t_1$

$$q_3 = \frac{1}{\Sigma R} \int_{T+t_1}^{2T+t_1} e dt = \frac{2}{\Sigma R} \int_T^{T+t_1} e dt + \frac{2}{\Sigma R} \int_{T+t_0}^{2T} e dt \quad (7)$$

Questi valori mostrano che, qualunque sia il piano di commutazione, la curva consta sempre di due rami identici, ma di segno contrario.

Confrontando le formule (6) e (7) rispettivamente alle (4) e (5) noi notiamo ancora che esse differiscono per la quantità.

$$\frac{2}{\Sigma R} \int_{t_0}^T e dt$$

la quale, essendo indipendente dalla posizione della spazzola C , può essere considerata come una costante finchè il piano di commutazione resta invariato. Ora essendo

$$\int_0^{t_1} e dt = q_1 - \Phi, \quad \int_{t_0}^T e dt = \Phi - q_0$$

dove q_1 , Φ , q_0 sono i valori del flusso di induzione concatenato con le spire esploratrici rispettivamente ai tempi t , 0 , t_0 se n è la frequenza della f. e. m. indotta, k la costante del galvanometro, δ la sua deviazione, m il potere moltiplicatore dello shunt si ha per la (6)

$$m k \delta = \frac{n}{2} q_2 = \frac{n}{\Sigma R} (q_0 - q_1)$$

da cui si deduce

$$q_1 = \frac{-m k \cdot \Sigma R \cdot \delta}{n} + q_0$$

Cioè

$$q_1 = -C_1 \delta + C_2$$

essendo C_1 , una costante che dipende dagli elementi che costituiscono il circuito del galvanometro e C_2 una costante il cui valore dipende dalla scelta del piano di commutazione.

Lo spostamento di questo piano ha quindi per effetto di spostare nella direzione dell'asse delle ordinate ognuno dei rami della curva che si deduce in base alle deviazioni del galvanometro, analogamente a quanto si verifica nel metodo grafico al variare della costante d'integrazione.

L'ascisse che comprendono i due rami della curva sono quelle che caratterizzano gl'istanti in cui ha luogo la commutazione. Evidentemente col metodo esposto si ottiene la curva di variazione del flusso d'induzione concatenato col circuito; per ottenere quella del flusso che attraversa il circuito magnetico in esame basta ribaltare il secondo ramo della curva ottenuta intorno all'asse delle ascisse (fig. 4 e 5).

10. — Si dimostra facilmente che se le due spazzole A e B non sono situate in uno stesso piano diametrale del relativo anello, ma in due piani formanti fra loro un angolo α , varia la costante C_2 , e ognuno dei rami della curva può essere rilevato per $(180^\circ - \alpha^\circ)$.

Finora si è supposto che lo spessore di dette spazzole sia infinitesimo: ora è facile dimostrare che se le spazzole fisse sono situate nello stesso piano diametrale e se l'arco abbracciato dal contatto di ognuna di esse sull'anello è di β° , varia la costante e ognuno dei rami della curva può essere rilevato per $(180^\circ - \beta^\circ)$.

Potendosi però facilmente colmare questa lacuna, è conveniente di dare alle spazzole fisse una sufficiente superficie di contatto, così da impedire che nel funzionamento dell'apparecchio si determinino eventualmente delle temporanee discontinuità.

Il metodo esposto permette di definire direttamente la variazione del flusso che si determina nel circuito in un intervallo qualsiasi del periodo, senza bisogno di rilevare la curva di variazione della f. e. m. indotta e quella del flusso; od anche qualunque valore momentaneo, se in base al valore massimo del flusso definiamo la costante C_2 .

11. — Con l'interruttore commutatore sincrono precedentemente descritto è facile di eseguire non solo la taratura, ma anche la graduazione del galvanometro. Basta infatti sostituire nello schema disegnato nella fig. 3 ai due gruppi di spire esploratrici N_1 N_2 , due sorgenti di f. e. m. E identiche e di valore perfettamente noto.

Quando l'apparecchio è in moto il circuito del galvanometro resta alimentato da una f. e. m. alternata la cui frequenza è la metà di quella della corrente che alimenta il motore sincrono ed i cui semiperiodi, di forma rettangolare hanno come altezza il valore della f. e. m. di uno degli elementi. Le deviazioni che si leggono al galvanometro in corrispondenza delle singole posizioni della spazzola mobile individuano le ordinate della curva integrale di quella della f. e. m. commutata, cioè una curva alternata i cui semiperiodi debbono risultare triangoli isosceli identici.

Il valore massimo, cioè l'altezza di questi triangoli, deve essere evidentemente uguale alla metà della deviazione che si ottiene al galvanometro quando il motore sincrono è fermo.

IV. Inserzione degli interruttori sincroni. — 12. Nell'uso degli apparecchi descritti i risultati sperimentali possono essere affetti da errori diversi

Infatti la resistenza di contatto della spazzola mobile è notevole e variabile nella successione del tempo; lo spessore di essa è finito e non infinitesimo, come si è supposto nella teoria, perciò i segmenti conduttori dell'anello su cui esso poggia si comportano come se il loro sviluppo periferico sia aumentato di una lunghezza eguale a quello spessore; eventuali vibrazioni di queste spazzole possono dar luogo a discontinuità temporanee, durante i semiperiodi nei quali il circuito del galvanometro dovrebbe restare chiuso.

Per rendere trascurabile la variazione della resistenza di contatto delle spazzole è sufficiente di disporre in serie al circuito una resistenza zavorra R

convenientemente grande. È però da notare che nel funzionamento dell'interruttore la spazzola, strisciando sui segmenti isolanti, può lasciare su di essi una traccia che, sebbene piccolissima, può diminuirne di molto la loro resistenza d'isolamento. Per questa ragione il valore della resistenza R non deve oltrepassare determinati limiti, perchè se non è molto piccola rispetto alla resistenza d'isolamento superficiale dei segmenti isolanti, l'interruzione del circuito del galvanometro non ha luogo bruscamente nell'istante in cui la spazzola mobile oltrepassa la linea di separazione di segmenti contigui, e le indicazioni del galvanometro risultano inevitabilmente errate.

13. — Queste considerazioni dimostrano la difficoltà di applicare i metodi esposti, perchè i risultati, non sottoposti ad alcun controllo rigoroso, potrebbero essere sempre accompagnate dal dubbio che essi siano alterati da alcuna delle cause di errore precedentemente indicate.

È però facile di vedere che, variando opportunamente l'inserzione degli interruttori sincroni nel circuito del galvanometro, si ha un mezzo semplicissimo di porre in evidenza gli errori e di correggerli in modo conveniente.

Noi possiamo infatti inserire i detti interruttori sia in serie al circuito, come si è visto precedentemente, sia in parallelo al galvanometro, in modo che questo resti inserito durante il tempo che la spazzola mobile si appoggia su di un segmento isolante, e resti chiuso in corto circuito, quando la spazzola mobile si appoggia su di un segmento conduttore (fig. 6).

Ciò richiede che l'interruttore commutatore (fig. 7) sia anche esso munito di un anello continuo, metallicamente collegato ai segmenti conduttori degli altri anelli, sul quale poggi una quarta spazzola F .

Non bisogna però effettuare il corto circuito proprio ai morsetti del galvanometro, perchè anche nella nuova inserzione debbono essere trascurabili le variazioni della resistenza di contatto delle spazzole. È necessario perciò di suddividere la resistenza zavorra così che una parte resti sempre in serie al galvanometro, mentre l'altra impedisca che durante la taratura, la pila campione venga alternatamente chiusa in corto circuito.

14. — Confrontando l'inserzione in parallelo degli interruttori con quelli in serie noi vediamo:

a) lo spessore della spazzola mobile aumenta la durata d'inserzione del galvanometro, quando l'interruttore è in serie, mentre nell'altro schema prolunga la durata del corto circuito sul galvanometro, cioè l'esclusione di questo;

b) eventuali discontinuità prodotte da vibrazioni della spazzola mobile diminuiscono la durata d'inserzione del galvanometro quando l'interruttore è in serie, mentre l'aumentano nell'inserzione in parallelo;

c) se la resistenza d'isolamento superficiale dei segmenti isolanti non è grandissima rispetto alla resistenza zavorra, nello schema in serie viene prolungata la durata d'inserzione del galvanometro, mentre nell'altro schema questa resistenza resta in parallelo al galvanometro, riducendone le deviazioni.

Segue da ciò che nelle due inserzioni le medesime cause di errore producono effetti opposti, cioè a parità di f , e , m , e di velocità, si hanno nei due casi deviazioni diverse fra loro. In particolare, effettuando la taratura coi due

schemi indicati, per la presenza di alcune delle cause di errore considerati, si debbono avere col galvanometro due deviazioni l'una maggiore, l'altra minore di quella esatta.

Ora se le divergenze fra i valori ottenuti coi due schemi sono piccole, sia nella taratura, sia nella misura, si può assumere la media dei valori corrispondenti alla stessa posizione della spazzola mobile; altrimenti occorrerà variare la pressione delle spazzole, la loro superficie di contatto o il valore della resistenza zavorra, così da rendere minime le notate differenze.

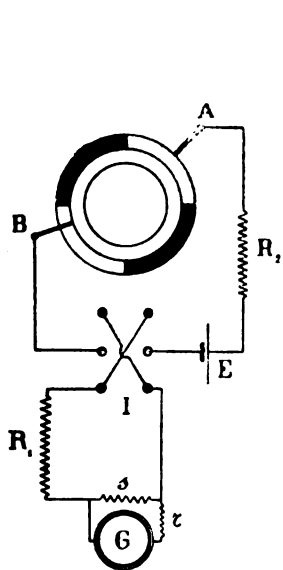


Fig. 6.

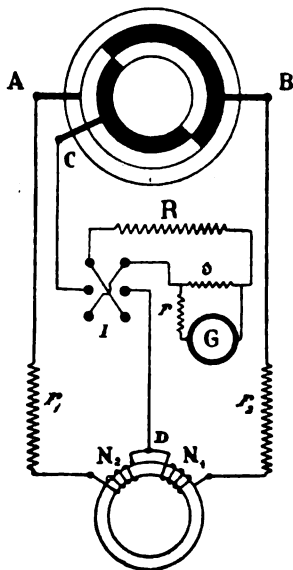


Fig. 7.

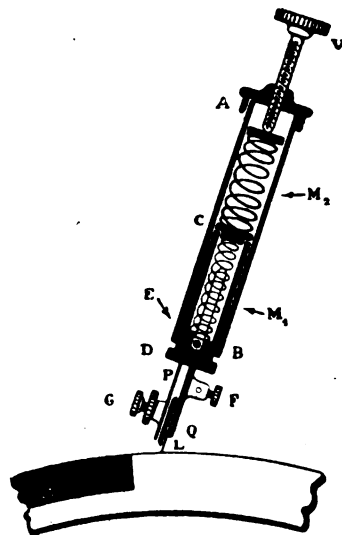


Fig. 8.

15. — L'uso prolungato dell'apparecchio determina il consumo della spazzola mobile, per cui può variare la distanza della sua linea di contatto sull'anello rispetto all'indice del corsoio, al quale essa è affidata. Ne segue che nelle curve ottenute in tempi diversi, risulterebbe incerta la fase, il che impedirebbe ogni confronto al riguardo.

Ad evitare questo grave inconveniente ho ideato uno speciale portaspazzole (1), il quale permette altresì di variare facilmente la pressione delle spazzole e nello stesso tempo di far uso di spazzole di spessore piccolissimo. La sezione longitudinale di esso è disegnata nella fig. 8.

Questo portaspazzole, che viene fissato al corsoio mobile in modo che il suo asse sia inclinato di circa 80° sulla superficie cilindrica dell'anello, si è dimostrato in pratica ottimo sotto tutti i rapporti.

Anche per le spazzole fisse dell'interruttore commutatore ho fatto uso dello stesso tipo di portaspazzole, per impedire che il loro consumo potesse far variare durante la misura il piano di commutazione.

(1) Alcuni portaspazzole di questo tipo sono stati costruiti con grande cura dal bravo meccanico G. Mileto capotecnico elettricista della R. Scuola Ind. A. Volta.

volt, ciò spiega perfettamente perchè nella graduazione del galvanometro la quale richiese un aumento considerevole della resistenza zavorra non si ebbero a rilevare in modo sensibile le divergenze notate nelle altre misure.

17. — Gli stessi inconvenienti si verificano nell'uso dell'interruttore sincrono di Sahulka.

Adottando gli schemi indicati nelle fig. 9 e 10. nei quali l'invertitore *I*

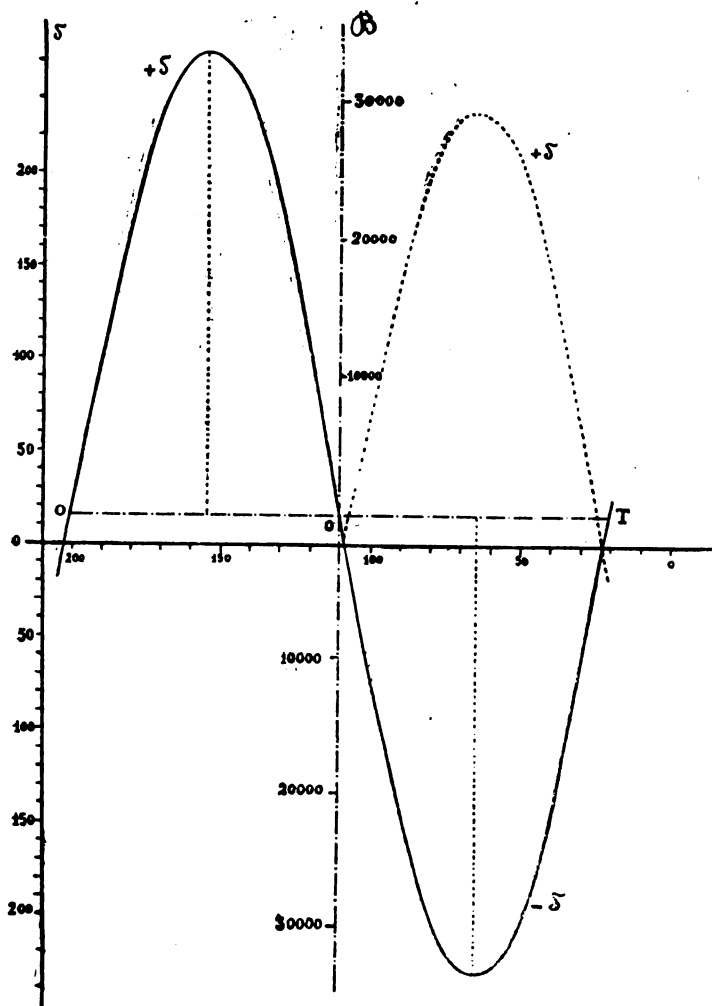


Fig. 11.

rende la misura indipendente da eventuali dissimmetrie del galvanometro, l'invertitore *II* permette di inserire l'interruttore sincrono in serie ed in parallelo al galvanometro, l'invertitore *III* inverte gli attacchi della sorgente di f. e. m. rispetto alla rimanente parte del circuito, ed assumendo la media delle osservazioni fatte per ogni posizione del corsoio, manovrando in tutti i modi i detti interruttori, i risultati che si ottengono sono migliori, però ancora affetti da errori per il fatto che le f. e. m. di contatto non si mantengono costanti nella successione del tempo, ma invece variano irregolarmente.

Per eliminare completamente gli errori dovuti a queste f. e. m. non vi è altro mezzo che di aumentare il numero delle spire esploratrici, in modo da poter ridurre la sensibilità del galvanometro, così che esse non diano luogo a deviazioni apprezzabili.

Nelle misure di precisione è però conveniente di fare uso degli schemi 9 e 10; specie quando si vogliono rilevare soltanto i valori massimi del flusso realizzato; se invece occorre di rilevarne la curva di variazione, conviene adottare lo schema in parallelo, graduando il galvanometro nella medesima condizione in cui dovrà essere effettuata la misura.

VI. Risultati sperimentali. — 18. A titolo di esempio nelle fig. 11 e 12 sono disegnate delle curve d'induzione rilevate con l'interruttore com-

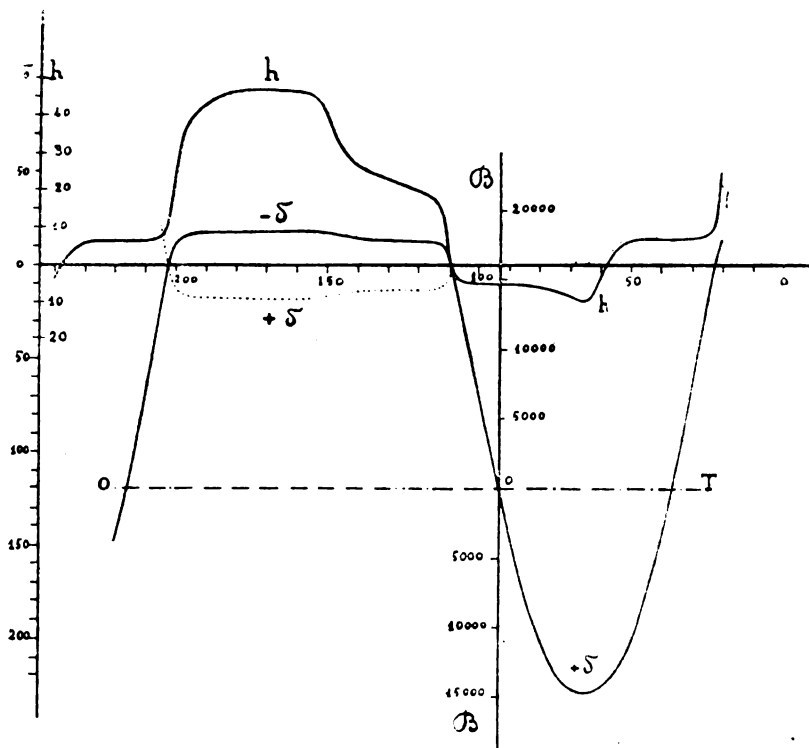


Fig. 12.

mutatore sincrono. In queste figure δ è la curva costruita in base alle deviazioni del galvanometro; da essa si è dedotta la curva di variazione dell'induzione ribaltando una delle onde intorno all'asse delle ascisse.

Nel caso della fig. 11, siccome la corrente magnetizzante era alternata a semiperiodi identici, la costante C_2 della misura si è definita riferendo la curva all'asse delle ascisse equidistante dai suoi vertici.

Nel caso della fig. 12 invece, siccome la forza magnetizzante h è a semiperiodi differenti, la costante della misura si è definita determinando a mezzo della curva media di magnetizzazione del ferro costituente il circuito magnetico, il valore assoluto dell'induzione corrispondente al massimo valore della forza magnetizzante realizzato nella misura.

Mediante le curve di variazione di B ed h della fig. 12 è stato disegnato il ciclo d'isteresi asimmetrico che è contenuto nella fig. 13 unitamente alla curva media di magnetizzazione anzidetta.

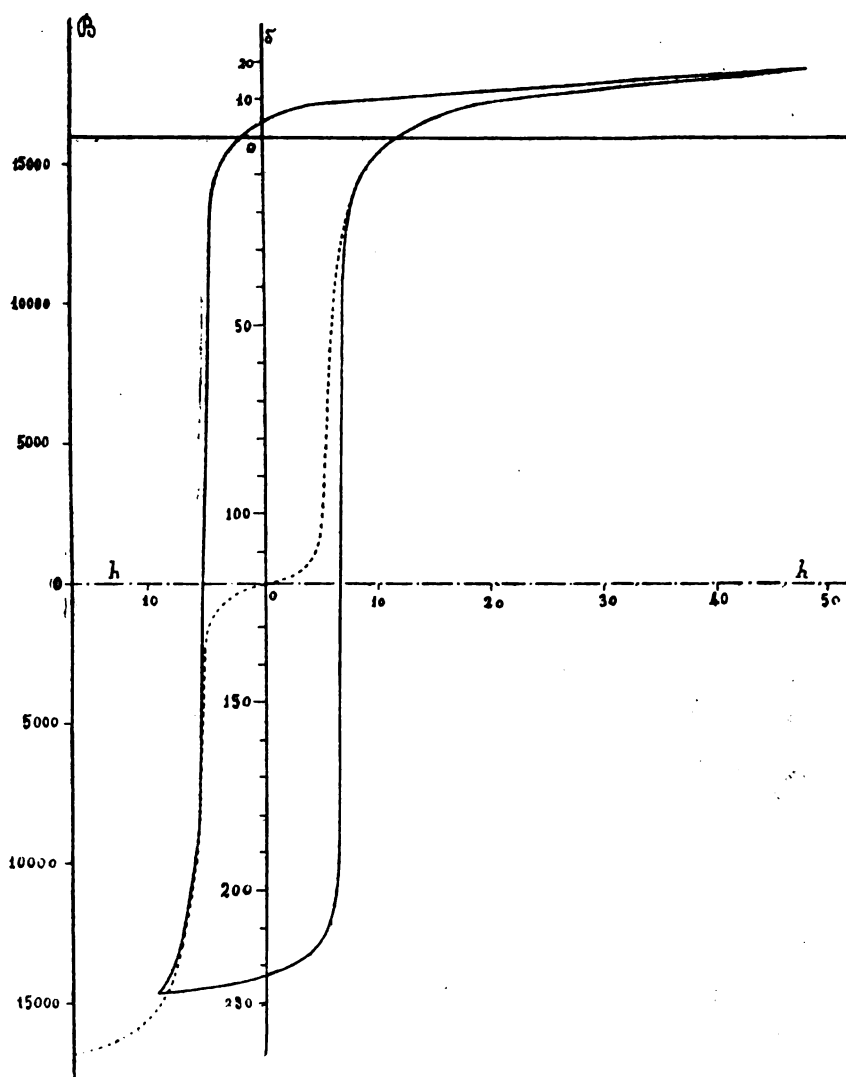


Fig. 13.

VII. Conclusione. — 19. Da quanto precede si deduce che i metodi di Sahulka e dell'A., mentre possono permettere di rilevare direttamente le curve di variazione di flusso d'induzione magneticamente variabile, sono particolarmente adatte per misurarne con grande precisione i singoli valori momentanei; è però necessario che si tenga presente quanto segue:

a) Adoperando un galvanometro molto sensibile, nessuna fiducia meritano le osservazioni fatte con uno degli schemi disegnati nelle figure 1, 3, 6, 7, sempre che non si riduca la sensibilità del galvanometro in modo che le f. e. m. di contatto non diano luogo a deviazioni apprezzabili;

b) Il numero delle spire esploratrici da adottarsi deve essere scelto dopo di avere definita con i criteri precedentemente esposti la sensibilità del galvanometro;

c) La taratura e la graduazione del galvanometro debbono essere fatte nelle stesse condizioni in cui la misura dovrà eseguirsi, senza variare alcuna delle resistenze del circuito.

d) È indispensabile che nello schema sia incluso un invertitore (III, fig. 9 e 10), in modo che si possano assumere le medie delle osservazioni fatte al galvanometro, invertendo le connessioni delle spire esploratrici, o delle pile campioni, con la rimanente parte del circuito;

e) Sono in generale più esatti i valori che si ottengono inserendo gli interruttori sincroni in parallelo al galvanometro (fig. 3 e 7) anzichè in serie (fig. 1 e 6); però anche in questo caso bisogna fare uso di detto invertitore;

f) Nelle misure di precisione è necessario di adottare gli schemi disegnati nelle figure 9 e 10, manovrando i tre invertitori, ed assumendo la media totale di tutte le osservazioni fatte per ogni posizione del corsoio, poichè è probabile che nelle diverse posizioni occupate dalla spazzola mobile, le vibrazioni di questa non abbiano sempre uguale entità.

DISCUSSIONE

Il Presidente, rispondendo ai ringraziamenti rivoltigli dal conferenziere, dichiara, di non essere menomamente intervenuto nell'opera di lui, al quale esclusivamente spetta il merito dell'importante studio compiuto. Ha dunque motivo di felicitarsi con l'Istituto elettrotecnico di Napoli perchè vi si compiano ricerche così dotte e accurate, e ringrazia il Prof. Melazzo, a nome della Sezione, per averne voluto dare ad essa comunicazione. Spera che il nuovo metodo da lui adoperato possa avere applicazione pratica, poichè è noto che le misure magnetiche acquistano importanza sempre maggiore anche nell'industria, e attualmente formano base di importanti contrattazioni commerciali.

Generalizzandosi l'uso degli acciai laminati è verosimile che le prove su campioni sottoposti a forti magnetizzazioni precedenti diano luogo a fenomeni di polarizzazione dissimmetrica, per cui talune ricerche sistematiche si potranno meglio eseguire coi metodi che non introducono alcuna ipotesi restrittiva circa la forma delle curve da rilevare.

Aprè quindi la discussione sull'argomento, e invita a parlare l'Ing. Vallauri, di cui è nota la speciale competenza in argomento.

Vallauri dichiara di non poter meglio incominciare il suo dire, se non facendo seguito a quanto ha accennato il Prof. Lombardi stesso, cioè richia-

mando l'attenzione dei presenti sull'importanza sempre crescente delle determinazioni di curve di variazione di grandezze alternative. A questo scopo si dispone oggi di tre categorie di mezzi: interruttori sincroni, quale è appunto il disco di Sahulka; oscillografi, tubo di Brown.

Attualmente lo sviluppo e la concorrenza nelle imprese elettriche fanno sì che la convenienza o non di un esercizio di azienda elettrica può dipendere da una frazione di centesimo nel costo del Kw-Ora; di qui gli sforzi degli industriali per ridurre al minimo le cause di dissipazione di energia. Non è dunque inopportuno mettere in rilievo l'importanza che hanno nell'economia degli impianti le armoniche di ordine superiore, in tali curve.

Come esempio, in un trasformatore trifase a triangolo, se le armoniche di 3° ordine nella curva di f. e. m. hanno una certa importanza, possono, in determinate condizioni prodursi correnti tutt'altro che trascurabili nel corto circuito del triangolo. E anche nell'inserzione a stella, col neutro a terra, si possono riscontrare in quest'ultimo delle correnti rilevanti dovute ad armoniche di ordine superiore, e non solamente a capacità o a dispersione.

Quanto al metodo descritto, egli confessa di essere un poco scettico circa l'opportunità di usare i mezzi di integrazione diretta; ritiene più preciso rilevare la curva di f. e. m., e integrarla; con ciò risaltano meglio anche i piccoli scarti della curva del flusso dalla sinusoidale, i quali, com'è noto, appaiono assai più accentuati nella curva derivata.

È anche possibile rilevare direttamente con un metodo approssimato la curva di variazione del flusso servendosi di una corrente che varia simultaneamente e proporzionalmente ad esso.

Tale corrente è quella che la f. e. m. indotta dalla variazione di flusso da misurare mantiene in un circuito esterno in cui la resistenza sia approssimativamente trascurabile rispetto alla selfinduzione.

$$e = \frac{-d\varphi}{dt} = -L \frac{di}{dt}.$$

Quanto all'asimmetria dei cicli di isteresi, essa può bensì talora verificarsi nei nuclei dei trasformatori per effetti di magnetizzazione residua, ma si riflette solo sulla curva di corrente, che diventa in tal caso asimmetrica, mentre la curva di variazione del flusso non si modifica sensibilmente, essendo essa direttamente subordinata alla curva del potenziale applicato.

N. 3.

LA TRAZIONE MONOFASE COL MOTORE WINTER-EICHBERG

*Lettura fatta dal Socio Dott. Ing. GOFFREDO HULDSCHINER alla Sezione di Milano
il 24 Maggio 1912*

Gli ingegneri non hanno l'abitudine di celebrare degli anniversarii tecnici, essi sono tanto occupati per lo stato attuale della loro disciplina, che non possono curarsi troppo del punto di vista storico. Se così non fosse, noi potremmo annoverare quest'anno parecchi anniversarii in relazione con la trazione monofase; sono infatti 20 anni che essa ha tentato i suoi primi timidi passi e dieci anni fa ebbero luogo le note prove che l'A. E. G., insieme al Governo Prussiano, fece col suo nuovo sistema sulla ferrovia di Oranienburg presso Berlino. Con queste prove il motore Winter-Eichberg appare nel mondo tecnico per conquistarvi subito un posto considerevole. Oggi la potenza totale dei motori di trazione eseguiti secondo questo sistema sorpassa i 110.000 cavalli.

Vale dunque la pena di occuparsi un poco di questo argomento.

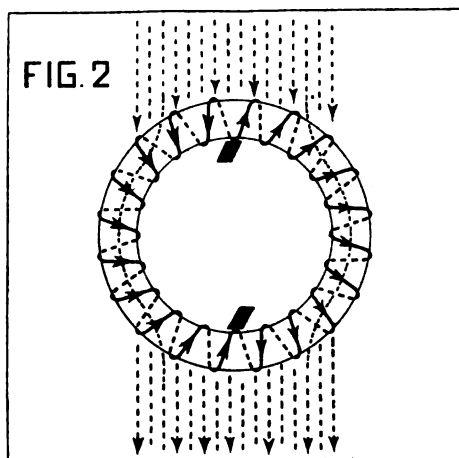
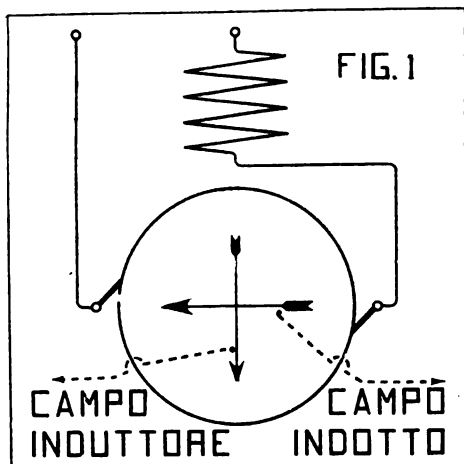
Rappresentiamoci lo schema normale di un motore in serie a corrente continua (fig. 1). L'induttore è percorso da una corrente che produce un campo; un secondo campo è prodotto dall'indotto, e ciò nella direzione delle spazzole. Esistono dunque due campi, che formano tra loro un angolo di 90 gradi e la cui tendenza a diventare paralleli produce la coppia e la rotazione dell'indotto.

Immaginiamo la stessa macchina alimentata con corrente alternata. Per ogni momento singolo regge la considerazione suesposta, dimodochè si produce anche in questo caso una coppia ed una rotazione; però la coppia non sarà più costante, ma varierà tra zero e un massimo. Si suppone che i due flussi abbiano la stessa fase; se ciò non è, lo sforzo meccanico si riduce, col coseno dell'angolo formato dai due flussi nel diagramma polare.

Spostiamo ora di 90 gradi le spazzole del nostro motore. Accade che si formano di nuovo due campi: l'uno dell'induttore e l'altro dell'indotto nella direzione delle spazzole; ma questi campi sono paralleli, sia nel caso della corrente continua che in quello della corrente alternata, cioè si trovano già nella direzione relativa, nella quale tende a portarli la legge elettromotrice.

Non vi è dunque più tendenza al movimento: il nostro motore non sviluppa alcuno sforzo e non gira. Però, nel caso della corrente alternata, c'è da constatare un nuovo fenomeno, il fenomeno dell'induzione statica, cioè dell'induzione a macchina ferma.

Rappresentiamoci un indotto Pacinotti in quiete e attraversato da un flusso alternato (fig. 2). Si produrranno in ogni spira delle forze elettromotrici, le quali si sommeranno, se le spazzole del collettore si trovano sull'asse del flusso,



si equilibreranno rispetto alle spazzole se invece queste ultime si trovano nella posizione equatoriale, come rappresentato nella fig. 1.

Ritorniamo alla disposizione con le spazzole sull'asse del flusso. In questo caso avremo delle tensioni di induzione alle spazzole dell'indotto, e, se stabiliremo una comunicazione tra di esse, avremo anche una corrente attraverso all'indotto.

Naturalmente questa tensione di induzione statica sussiste tal quale anche quando l'indotto sia posto in rotazione.

Riepilogando il già detto e rammentando le leggi solite dell'elettrotecnica, troviamo come regole fondamentali per un motore alimentato da una tensione alternata che:

1. L'indotto percorso dalla corrente sviluppa un flusso nella direzione delle spazzole.

2. La fase del flusso è identica alla fase della corrente che lo produce.

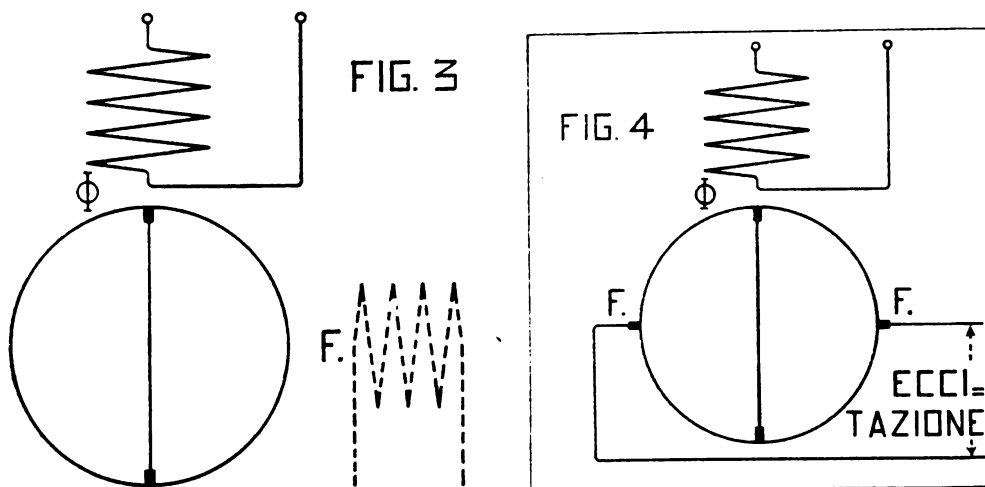
3. Se ci rappresentiamo un motore in serie, le cui spazzole abbiano la direzione perpendicolare al flusso di eccitazione, il motore sviluppa uno sforzo meccanico, una coppia; viceversa si genera una tensione alle spazzole, se, mediante una coppia esterna, si fa girare l'indotto nel flusso di eccitazione. Questa tensione di rotazione avrà la stessa fase del flusso, o, ciò che è identico, della corrente magnetizzante.

4. Se le spazzole si trovano nella direzione menzionata, cioè perpendicolarmente al flusso, l'induzione statica non può produrre una tensione alle spazzole, perchè le forze elettromotrici indotte nelle singole spire si equilibrano relativamente alle spazzole.

5. Se noi supponiamo le spazzole spostate di 90 gradi, rispetto alla posizione iniziale, cioè se la direzione delle spazzole coincide con la direzione del flusso, non si può generare uno sforzo meccanico; viceversa, se noi azioniamo l'indotto mediante una forza esterna, non si produce alcuna tensione alle spazzole per effetto della rotazione.

6. Per questa direzione delle spazzole, coincidente con la direzione del flusso, si formerà alle spazzole un'altra tensione, dovuta all'induzione statica. Questa tensione possiede, come è noto, uno spostamento di fase di 90° rispetto al flusso induttore, il che è identico, rispetto alla corrente magnetizzante.

Finora abbiamo ammesso che l'indotto riceva la tensione direttamente dalla rete, essendo in serie con l'induttore. Facciamo ora un passo avanti, immaginiamo l'indotto separato dalla rete e alimentato indirettamente, per induzione. Con la disposizione della fig. 3, abbiamo l'effetto desiderato: lo sta-



tore è connesso alla rete, l'armatura possiede spazzole cortocircuitate sull'asse del flusso; nell'indotto nascerà una tensione per effetto dell'induzione statica. se si alimenta lo statore con tensione alternata. La macchina rappresenta semplicemente un trasformatore. Cosa facciamo per cambiarla in un motore? Aggiungiamo un secondo campo F mediante un nuovo avvolgimento (punteggiato), nella direzione perpendicolare all'asse dello statore. e abbiamo cura che il nuovo flusso F abbia la stessa fase della corrente dell'indotto tra le spazzole cortocircuitate. Vedremo più avanti che in questo caso i due flussi, cioè il flusso iniziale chiamato Φ ed il nuovo flusso F formano nel diagramma polare un angolo di circa 90° .

È facile vedere che il nuovo flusso F e la corrente indotta nell'armatura dal primo flusso Φ rappresentano un sistema perfetto di motore: essi coincidono nella fase e formano geometricamente un angolo di 90° ; ed ecco che la nostra macchina comincia a girare.

Abbiamo già un motore, ma non ancora il motore Winter Eichberg. Finora abbiamo ammesso che il flusso F sia prodotto da un avvolgimento sullo statore, ma possiamo anche produrlo, disponendo sul rotore un secondo av-

volgimento, le cui spazzole si trovino nella posizione equatoriale rispetto al flusso Φ . Anzi non occorre un secondo avvolgimento sul rotore; basta mettere le spazzole equatoriali all'avvolgimento unico. Se avremo cura di alimentare queste spazzole con una corrente il cui flusso F sia in fase con la corrente percorrente le spazzole cortocircuitate, si produrrà sempre lo sforzo meccanico desiderato. Arriviamo così alla disposizione della fig. 4.

Parrebbe che occorran due circuiti per produrre i flussi Φ e F , ma esaminando attentamente il problema, troviamo che lo stesso circuito può produrli tutti e due. Abbiamo detto che il nuovo flusso F deve essere in fase con la corrente dell'indotto tra le spazzole cortocircuitate. Ma questa corrente deve essere considerata come corrente secondaria di un trasformatore ed avrà dunque la fase opposta a quella della corrente sul lato primario, cioè nello statore. Basta quindi condurre la corrente dello statore attraverso l'indotto mediante le nuove spazzole equatoriali per produrre un flusso, la cui fase è opposta, o se invertiamo il senso dell'avvolgimento è identica alla fase della corrente tra le spazzole cortocircuitate, ciò che abbiamo posto come condizione. Possiamo dunque senz'altro collegare in serie lo statore e le spazzole equatoriali dell'indotto. Winter e Eichberg non l'hanno fatto direttamente, ma hanno intercalato un trasformatore con un solo avvolgimento, un trasformatore così detto tipo serie, del quale vedremo più avanti lo scopo. Risulta in questo modo lo schema completo del motore Winter-Eichberg, secondo la fig. 5.

Il motore possiede un avvolgimento sullo statore, che viene collegato alla rete in serie col trasformatore T . Il secondario del trasformatore (formato dalla stessa bobina) alimenta le spazzole equatoriali $b b$. Poi ci sono due spazzole polari $B B$ cortocircuitate.

Per stabilire una nomenclatura fissa chiamiamo: le spazzole $b b$ *spazzole di eccitazione* e il circuito secondario del trasformatore chiuso su queste spazzole *circuito di eccitazione*; le spazzole $B B$ saranno dette *spazzole trasversali* o *spazzole di lavoro*, e il circuito corrispondente *circuito di lavoro* o *c'rcuito trasversale*. Il flusso F sarà il *flusso di eccitazione*, il flusso Φ il *flusso trasversale* o *flusso di lavoro*.

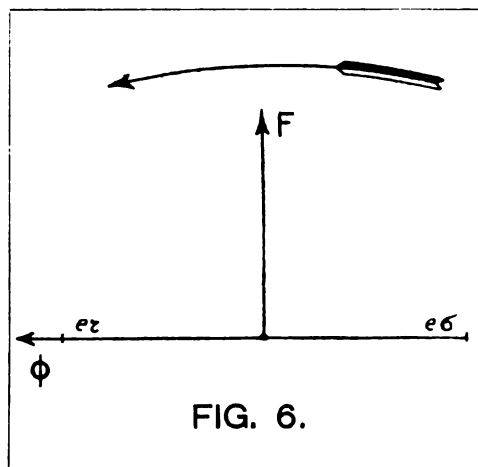
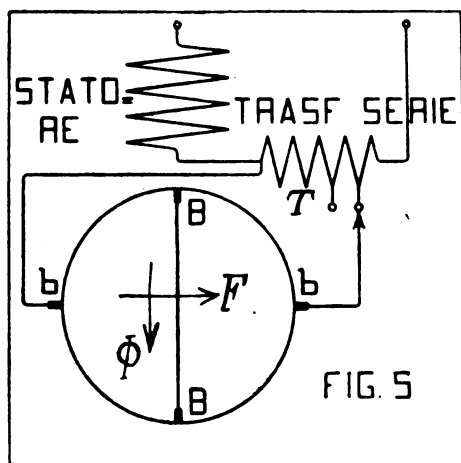
È facile ora considerare il funzionamento del motore. La corrente di eccitazione attraverso le spazzole $b b$ provoca un flusso di eccitazione F . Nello stesso tempo l'avvolgimento dello statore induce tra le spazzole $B B$ dell'indotto una tensione che si equilibra attraverso l'indotto e il cortocircuito tra le spazzole $B B$. Si forma il flusso trasversale Φ ; il flusso di eccitazione F e la corrente corrispondente a Φ provocano lo sforzo meccanico e la rotazione dell'indotto.

Esaminiamo ora le condizioni di commutazione e di sfasamento del motore Winter Eichberg.

Cominciamo dal considerare il coseno φ , lo spostamento di fase tra tensione e corrente nel circuito primario del motore, formato dall'avvolgimento dello statore e dal trasformatore serie il cui secondario è formato dall'eccitazione. Considerando il $\cos \varphi$ nell'avvolgimento di eccitazione, abbiamo la chiave per tutto il motore.

Trascuriamo le piccole componenti dovute alla resistenza ohmica ed alla

dispersione, che ci disturbano la vista generale, senza fornirci elementi di importanza per la conoscenza del nostro sistema. L'avvolgimento dell'indotto con le spazzole b è investito dal flusso F , e siccome il flusso e l'asse delle spazzole sono paralleli, si indurrà nell'indotto una tensione sfasata rispetto alla corrente induttrice di 90° , di modo che il trasformatore serie avrebbe



un carico reattivo (svattato). Ma fortunatamente c'è un'altra tensione, generata dalla rotazione dell'indotto con le spazzole b nel flusso Φ .

Consideriamo il funzionamento, servendoci di un piccolo diagramma polare (fig. 6).

Abbiamo due flussi F e Φ , che formano fra loro, come sappiamo, un angolo di fase di 90 gradi. La tensione e_σ prodotta per induzione statica dal flusso F è spostata di 90 gradi rispetto a questo flusso. D'altra parte la componente di tensione e_ζ dovuta alla rotazione nel flusso Φ ha naturalmente la fase del flusso. Dunque e_ζ e e_σ sono opposte; la tensione generata dalla rotazione nel flusso Φ diminuisce, distrugge o anche rovescia completamente, secondo la velocità, la tensione dovuta all'induzione statica del flusso F , cioè alla induzione del circuito.

Esaminiamo le condizioni un po' quantitativamente. La tensione e_ζ deve essere proporzionale al valore del flusso Φ e al numero di giri n , dunque:

$$e_\zeta = C_1 \cdot \Phi \cdot n$$

dove C_1 è una costante.

La tensione e_σ deve essere proporzionale al flusso F e al numero di periodi ν , dunque:

$$e_\sigma = C_2 \cdot F \cdot \nu$$

dove C_2 è un'altra costante.

La condizione per la compensazione totale è data da $e_s = e_\sigma$ ovvero

$$C_1 \cdot \Phi \cdot n = C_2 \cdot F \cdot \nu.$$

cioè:

$$\frac{n}{\nu} = \frac{C_2}{C_1} \cdot \frac{F}{\Phi}.$$

Se si fa il calcolo esatto, sostituendo alle costanti C_1 e C_2 le costanti della macchina, il numero dei conduttori messi in serie, si trova:

$$\frac{C_2}{C_1} = 1$$

e quindi

$$\frac{n}{\nu} = \frac{F}{\Phi}$$

Se poniamo $\Phi = F$, ciò che possiamo sempre realizzare, troviamo come condizione per la compensazione

$$\frac{n}{\nu} = 1$$

Questa condizione regge per il sincronismo del motore, dove il numero n dei giri corrisponde al numero dei periodi ν . In questo stato il trasformatore, il cui secondario è formato dall'avvolgimento d'eccitazione con le spazzole b , è compensato completamente. L'induzione dell'eccitazione è distrutta e può anzi venir rovesciata nel senso capacitativo per equilibrare l'induzione nell'avvolgimento dello statore formante l'altra parte del circuito primario del motore. Il motore funziona dunque con un fattore di potenza praticamente uguale all'unità.

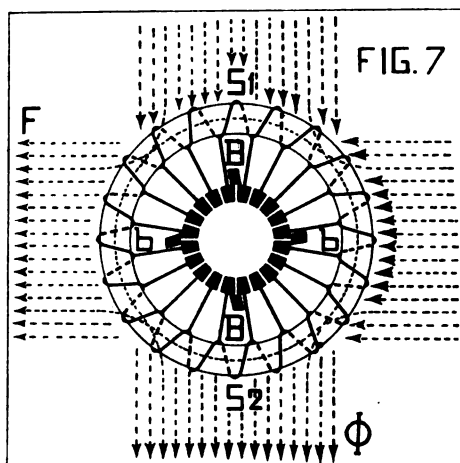
Questo vale per il sincronismo e le sue vicinanze. Quanto all'avviamento e al regime di velocità superiore di molto al sincronismo, faremo poi la conoscenza di un mezzo che ci permetterà di ottenere buone condizioni del $\cos \varphi$ anche a questi regimi.

Passiamo ora alla commutazione. Nel momento che una spazzola tocca contemporaneamente due lamelle del collettore, la spira facente capo a queste lamelle vien cortocircuitata e durante questo cortocircuito il senso della corrente in essa viene invertito. Il fenomeno è comune alle macchine a corrente continua e a corrente alternata, il cambiamento della corrente produce nella spira una tensione, la cosiddetta tensione di reattanza, che si equilibra attraverso il cortocircuito provocante delle scintille al collettore. Gli stessi mezzi impiegati per la corrente continua per diminuire questa tensione (poli ausiliari, ecc.), si adattano anche per la corrente alternata, e siccome siamo giunti a rendere innocua la tensione di reattanza per macchine a corrente continua,

non deriva da queste tensioni alcun pericolo neppure per la corrente alternata. Però in questo caso sorge un altro fenomeno di commutazione. La spira cortocircuitata di un motore a corrente alternata è attraversata da un flusso alternato, che produce in essa, per induzione statica, una tensione indotta provocante delle scintille al collettore.

Vediamo ora come il motore Winter-Eichberg si comporta a questo riguardo:

Figuriamoci (fig. 7) l'indotto bipolare di un tale motore. Esso possiede 4 spazzole, due BB del circuito trasversale e due bb del circuito di eccita-



zione ed è attraversato da due flussi, dal flusso trasversale Φ e dal flusso di eccitazione F . Consideriamo le spazzole BB cortocircuitanti le spire S_1 e S_2 . In queste spire il flusso di eccitazione F induce una forza elettromotrice per induzione statica, che, da sola, dovrebbe produrre delle scintille al collettore. Ma considerate che nello stesso tempo le spire S_1 e S_2 girano tagliando le linee di induzione del flusso Φ e che questa rotazione produce in esse una seconda forza elettromotrice. Facendo un calcolo analogo a quello fatto per la compensazione, si giunge ad un risultato simile. La tensione dovuta alla induzione statica, del flusso di eccitazione F è equilibrata dalla tensione di rotazione nel flusso trasversale Φ , la quale ha la direzione opposta. Procedendo come prima, otteniamo l'equazione seguente, come condizione per l'annullamento della tensione nociva e producente scintillamento alla spira cortocircuitata.

$$\frac{n}{r} = \frac{F}{\Phi}$$

Vediamo che per $\Phi = F$ e la velocità sincrona abbiamo la commutazione perfetta.

Abbiamo già dedotta la stessa equazione come condizione per la compensazione del motore. Infatti lo stesso flusso trasversale Φ , a cui fortunatamente dobbiamo il buon $\cos \varphi$, ci rende anche perfetta la commutazione, almeno al sincronismo.

Ma a misura che ci allontaniamo dal sincronismo, le cose vanno peggiorando, perchè con la variazione di n la condizione suesposta non regge più. Che fare? Un mezzo per ristabilire la bontà del motore sarebbe quello di far variare il flusso F a seconda del bisogno. Per realizzare l'equazione menzionata per varii valori di n , F dovrebbe essere piccolo per piccole velocità e grande per grandi velocità.

Usufruiamo a questo scopo del trasformatore serie, il cui secondario è formato dall'eccitazione. Esso possiede parecchie prese secondarie; cambiando la presa, variamo la corrente di eccitazione F . Per l'avviamento colleghiamo il trasformatore in modo che produca un piccolo flusso di eccitazione, e con l'aumento della velocità aumentiamo anche questo flusso per mezzo del trasformatore. In questo modo riusciamo ad ottenere un fattore di potenza ammissibile e una commutazione migliorata anche per l'avviamento e gli altri regimi di velocità lontani dal sincronismo.

Naturalmente la regolazione per mezzo del trasformatore ha i suoi limiti, così che per velocità superiori di molto al sincronismo, la commutazione diventerebbe nuovamente difettosa. Ma noi disponiamo di un altro rimedio, cioè delle così dette bobine ausiliari o di commutazione. Mettiamo una o alcune spire speciali nell'asse del flusso trasversale Φ , cioè nell'asse delle spazzole B . Possiamo metterle in serie col circuito dello statore o metterlo in cortocircuito, in maniera che la tensione venga applicata ad esse per induzione. Ad ogni modo esse saranno percorse da una corrente nel senso della corrente primaria dello statore, ma siccome queste spire sono avvolte nel senso opposto all'avvolgimento dello statore, funzioneranno nel senso di ridurre il flusso trasversale Φ . S'intende che, siccome le bobine ausiliari non sono distribuite sulla periferia del motore, ma disposte esclusivamente nella zona delle spazzole trasversali BB , il loro effetto si limita a questa zona.

Possiamo renderci conto dell'effetto delle bobine ausiliari, consultando la condizione suesposta:

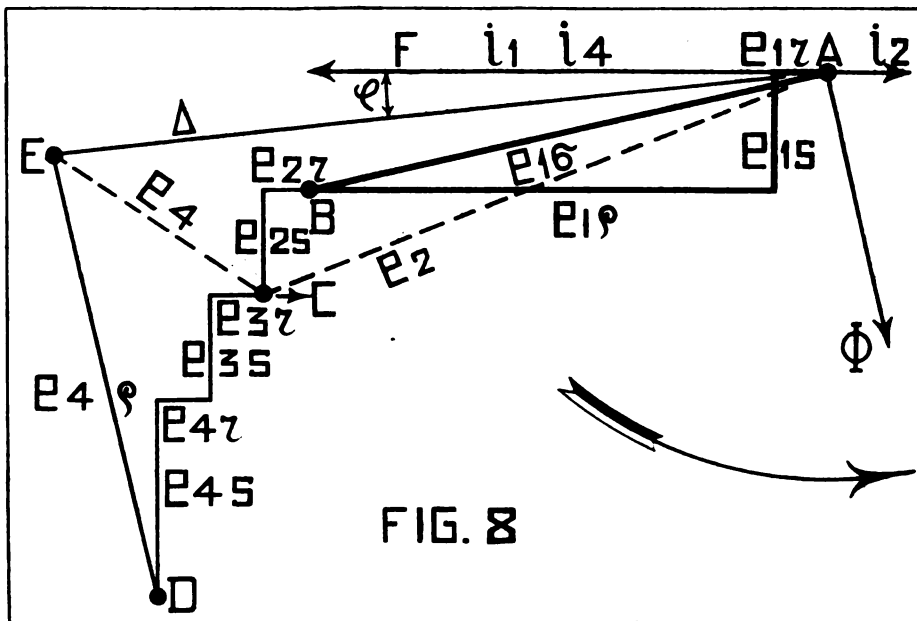
$$\frac{n}{v} = \frac{F}{\Phi}$$

Quando la velocità sorpassa il sincronismo, noi inseriamo le bobine ausiliari automaticamente o per mezzo del controller e in questo modo riduciamo localmente il flusso trasversale Φ . Il coefficiente $\frac{F}{\Phi}$ aumenterà dunque, ma siccome il coefficiente $\frac{n}{v}$ va pure aumentando, per l'aumento della velocità, ci avviciniamo di nuovo alla condizione suesposta, cioè noi perfezioniamo la commutazione sotto le spazzole trasversali BB .

Occorrerebbe ancora considerare la commutazione sotto le spazzole di eccitazione bb ; ma vediamo senz'altro che il caso è analogo a quello delle spazzole trasversali BB . I due campi F e Φ producono lo stesso effetto di prima e la tensione dovuta alla rotazione nell'uno di essi distrugge la tensione generata per induzione statica dall'altro nella spira cortocircuitata.

Siamo adesso in grado di tracciare il diagramma polare completo del motore (fig. 8).

Per semplicità, trascuriamo la corrente magnetizzante del trasformatore, e indichiamo con gli indici 1, 2, 3 e 4 rispettivamente il circuito trasversale dell'indotto tra le spazzole BB , l'avvolgimento dello statore, il trasformatore serie e il circuito di eccitazione; l'indice r resta a significare una componente di tensione corrispondente alla resistenza ohmia, s una tensione dovuta alla



dispersione, σ una componente generata dalla rotazione in un flusso, e σ una tensione corrispondente all'induzione statica in un flusso.

Ammettiamo la direzione della corrente i_2 dello statore. Le correnti i_1 e i_4 , la corrente fra le spazzole cortocircuitate e la corrente di eccitazione sono da considerare come correnti secondarie di trasformatori con la corrente primaria i_2 ed avranno quindi una direzione opposta. Il flusso di eccitazione F è in fase con la corrente di eccitazione i_1 .

Cominciamo coll'avvolgimento trasversale dell'indotto; e_{1r} è la tensione perduta per resistenza ohmica nella direzione della corrente i_1 tra le spazzole trasversali; e_{1s} è l'analoga componente reattiva, naturalmente perpendicolare alla prima. Viene la tensione e_{17} prodotta tra le spazzole per la rotazione nel flusso di eccitazione F . Questa tensione ha la direzione del flusso stesso. Giungiamo in questo modo al punto B , e AB sarebbe la tensione prodotta tra le spazzole BB . Ma deve esistere ancora un'altra tensione nel circuito trasversale ossia la tensione indotta dal flusso Φ per induzione statica; e d'altra parte la somma di tutte le tensioni prodotte nel circuito trasversale deve essere zero, perchè le spazzole BB di questo circuito sono cortocircuitate. Quindi la quarta tensione, che ci manca ancora, la tensione e_{1r} dovuta all'induzione statica del flusso Φ nel circuito trasversale, è rappresentata appunto dalla AB che

chiude il diagramma. Siccome una tensione indotta da un flusso alternato è in ritardo di 90 gradi sul flusso induttore, abbiamo anche trovato la direzione del flusso Φ . Vediamo ciò che abbiamo dedotto prima, che le fasi dei flussi Φ e F formano un angolo di 90 gradi circa. Ritorniamo alle tensioni. Il flusso Φ percorre anche lo statore e induce in esso una tensione della stessa direzione di e_{1r} ; e, se noi ammettiamo il rapporto di trasformazione 1:1, della stessa grandezza che nel circuito trasversale dell'indotto. La linea AB rappresenta dunque anche la tensione interna dello statore. Aggiungonsi le componenti e_{2r} , dovuta alla resistenza ohmica, ed e_{2s} , dovuta alla reattanza dello statore.

Siamo arrivati al punto C , e la linea AC rappresenta la tensione totale dell'avvolgimento dello statore, tensione che può essere misurata con un voltmetro. Considerando ora il trasformatore serie ed il suo carico secondario, formato dall'eccitazione, dobbiamo aggiungere al diagramma le componenti e_{3r} ed e_{3s} , dovute alla resistenza ohmica ed alla reattanza nel trasformatore serie, e poi e_{4r} ed e_{4s} tensioni analoghe per il circuito di eccitazione. Arriviamo in questo modo al punto D . Ma non abbiamo ancora finito. Ci manca ancora la tensione dovuta alla rotazione dell'avvolgimento di eccitazione con le spazzole bb nel flusso trasversale Φ . Questa tensione avrà naturalmente, considerata a sè, il senso del flusso stesso, ma siccome noi consideriamo le condizioni per il circuito primario del motore, occorre rovesciare il vettore. Tracciamo dunque il vettore DE , che rappresenta questa tensione, parallelo e opposto alla direzione Φ .

AE sarà la tensione totale ai morsetti del motore; il fattore di potenza del motore è dato dall'angolo φ formato dalla direzione AE e dalla direzione della corrente primaria i_1 .

Siccome si tratta di un motore, bisogna naturalmente rovesciare uno dei due vettori per trovare il vero angolo φ .

Se il motore non avesse il campo trasversale, le cui linee di induzione sono tagliate dall'avvolgimento girante di eccitazione, il nostro diagramma finirebbe al punto D e AD ci rappresenterebbe la tensione ai morsetti. Vediamo facilmente quanto in questo caso il fattore di potenza sarebbe basso. Ma il campo trasversale ci produce la componente ED la quale riconduce il vettore della tensione verso il vettore della corrente e compensa in tal modo il motore. Sappiamo già che mercè lo stesso campo abbiamo la buona commutazione.

Il modo di regolazione del motore Winter Eichberg è pressochè lo stesso che per il motore in serie. Si regola la tensione ai morsetti del motore ed a questo scopo il trasformatore alimentante il motore è provvisto di diverse prese, corrispondenti a varie tensioni secondarie. Si avvia il motore con la tensione minima, la quale corrisponde ai flussi minimi, alle tensioni minime indotte nell'armatura e quindi al minimo di velocità. Aumentando la tensione ai morsetti, anche il numero dei giri aumenta e nello stesso tempo aumenta la potenza del motore. Occorre pure, come manovra supplementare, eseguire la regolazione della commutazione per mezzo del trasformatore serie. Essa consta, come abbiamo veduto, nel ridurre il flusso di eccitazione per l'avvia-

mento e nell'aumentarlo a misura che aumenta la velocità. C'è ancora la bobina ausiliaria, riducente localmente il flusso trasversale Φ che viene inserita a grandi velocità. Il complesso di queste manovre, collegate tra loro

FIG. 9

CARATTERISTICHE DEL MOTORE W E 39

70 HP - 10000 Volt - 25 $\sim$

Diametro delle ruote 950 mm

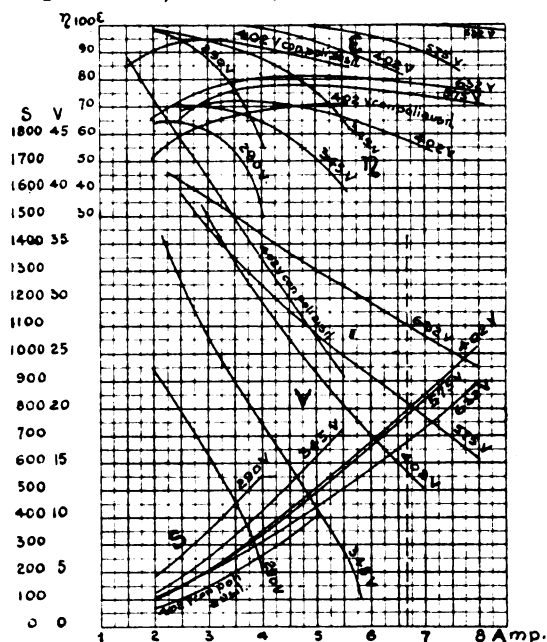
Rapporto d'ingranaggio 1:4.5

S - Sforzo di trazione alla periferia delle ruote in Kg

V - Velocità in Km ore

η - Rendimento in % (incluse le perdite nel trasf. di ecclit) e nell'ingranaggio

ϵ - Fattore di potenza in %



in una certa successione, può essere realizzato per mezzo di un controller o di un sistema di contattori. Parleremo più avanti di questi apparecchi.

La fig. 9 rappresenta le curve caratteristiche di un motore normale Winter-Eichberg, la coppia, la velocità, il fattore di potenza e il rendimento in funzione dell'intensità della corrente assorbita; e ciò per varie tensioni ai morsetti. Si scorge che la velocità aumenta con la tensione e che per una data tensione la velocità diminuisce coll'aumentare della corrente o della coppia. Questo è il comportamento tipico del motore eccitato in serie. Infatti l'eccitazione derivata dal circuito primario per mezzo di un trasformatore deve provocare lo stesso effetto come se fosse alimentata direttamente in serie. Se la

coppia richiesta del motore aumenta, anche la corrente assorbita cresce e quindi anche il flusso di eccitazione. Conseguentemente la velocità deve diminuire, affinché dalla rotazione attraverso questo flusso aumentato risulti la stessa tensione di prima, tensione determinata dal sistema indipendentemente dalla coppia richiesta. Abbiamo quindi per ogni tensione applicata al motore una caratteristica di serie; di modo che le curve rappresentanti la velocità e la coppia in dipendenza della corrente non differiscono sensibilmente dalle analoghe per un motore in serie o anche a repulsione. Lo stesso dicasi per il rendimento, mentre non è così per il fattore di potenza.

Come si vede, il $\cos \varphi$ ha valori di un'altezza eccezionale. Sarà uguale a uno per certi punti e per tutto il regime di carico normale è compreso fra 0,90 e 1,00. Se si vuole, si possono anzi ottenere, al disopra del sincronismo, degli sfasamenti negativi, di modo che allora il motore funziona con corrente in anticipo.

Tutte le nostre deduzioni sono fatte per un motore bipolare e con indotto Pacinotti, ma naturalmente in pratica il motore sarà invece multipolare ed avrà un indotto a tamburo. Ma ciò che abbiamo detto vale senz'altro anche per questo caso. Per un motore con p poli il numero totale delle spazzole sarà di $2p$, se gli avvolgimenti dello statore sono disposti in parallelo, e può essere ridotto convenientemente per mezzo di congiunzioni equipotenziali.

Ora, dopo aver seguito lo sviluppo del motore, possiamo concludere, rispondendo alla domanda: Quali sono le caratteristiche della macchina Winter-Eichberg e che vantaggi speciali presenta?

Abbiamo visto come caratteristiche speciali:

- 1) Il rotore non è in serie con l'eccitazione, ma è alimentato induttivamente per mezzo di un campo speciale, il campo trasversale;
- 2) l'eccitazione non si trova sullo statore, come di solito, ma è formata da un avvolgimento dell'indotto;
- 3) l'eccitazione non è inserita direttamente col circuito principale, ma indirettamente per mezzo di un trasformatore serie.

Abbiamo già accennato in parte ai vantaggi di questa disposizione: il rotore indipendente dalla rete permette di alimentare il motore con alta tensione, il campo trasversale in combinazione con la disposizione dell'eccitazione sull'indotto realizza una compensazione automatica del motore e nello stesso tempo rende perfetta la commutazione sotto le spazzole cortocircuitate, almeno per il regime del sincronismo. Infine la regolazione dell'eccitazione per mezzo del trasformatore serie e l'impiego delle bobine ausiliari producono una buona commutazione e compensazione anche per gli altri regimi, all'avviamento e alle velocità sopra il sincronismo. Accenno ancora al fatto che si può tollerare per il motore Winter Eichberg un grande intraferro, vantaggio prezioso per l'esercizio, perchè, con la compensazione mediante il campo trasversale, non si ha da temere un $\cos \varphi$ basso.

L'inversione del senso di rotazione si ottiene scambiando i collegamenti delle spazzole di eccitazione.

Quanto alla costruzione, il motore Winter Eichberg non differisce molto da altri motori monofasi. Si può dire generalmente che i motori monofasi sono macchine spirituali, le cui particolarità sono caratterizzate piuttosto per il modo teorico di funzionamento che per i dettagli della costruzione. Basterà dunque accennare a qualche dato fondamentale del dispositivo meccanico.

Il ferro attivo dello statore è formato di lamine isolate l'una dall'altra e compresse idraulicamente. Il corpo formato in questo modo è fissato nella carcassa e disposto in modo che la sua periferia esterna è libera e aperta per poter irradiare il calore sviluppato nel ferro, pur essendo protetto dalla carcassa stessa contro l'influenza della polvere. Le spire dello statore sono disposte in scanalature semi-aperte e bobinate a mano. Tutto l'avvolgimento non differisce sensibilmente dall'avvolgimento dello statore di un motore monofase asincrono.

Il corpo attivo dell'armatura è formato analogamente di lamelle e corrisponde del resto in modo esatto ad una armatura per corrente continua. L'intraferro è di 2-3 mm. per ogni lato. L'avvolgimento è fatto su apposite forme e viene messo nelle scanalature semiaperte dopo di esser stato piegato a sagoma in modo conveniente. Le scanalature sono chiuse per mezzo di sbarrette di legno. Il collettore è accessibile attraverso aperture speciali praticate nella carcassa.

Normalmente si ventilano i motori senz'aria compressa. L'armatura porta sul lato opposto al collettore una ruota con alette di ventilazione che aspira l'aria attraverso l'armatura nel senso assiale.

In casi speciali dove si tratta di poter mettere un motore di grande potenzialità in uno spazio assai limitato, p. e. fra le ruote di un asse montato, si dispone sul locomotore un ventilatore separato azionato elettricamente, che spinge l'aria compressa attraverso i canali coassiali alla armatura.

Lo statore è disposto, come abbiamo detto, in modo che le sue lamine sono accessibili esternamente all'aria e non chiede quindi alcuna ventilazione speciale.

Lasciamo per momento il motore ed occupiamoci brevemente del resto dell'equipaggiamento elettrico di un locomotore. Come abbiamo visto, il motore viene regolato mediante la variazione della tensione colla quale è alimentato. L'organo principale, il cuore del locomotore, sarà dunque l'apparecchio che eseguisce il cambiamento della tensione. Abbiamo tre modi diversi di manovra. Per automotrici di una potenzialità e tensione non troppo alte si impiegano controller costruiti analogamente a quelli per una vettura di tramvia a corrente continua. Si tratta quindi di controller percorsi dalla corrente principale. Questo modo, che è il più primitivo, non si adatterebbe bene p. e. per le grandi potenzialità di una locomotiva elettrica moderna. In tali casi si impiegano i cosiddetti contattori. Ogni contattore consiste in un interruttore robustissimo con soffiatore magnetico, che può interrompere le correnti più forti e che viene azionato elettricamente per mezzo di una bobina, la quale, percorsa da una corrente di manovra, attira il suo nucleo combinato meccanicamente col coltello dell'interruttore, in modo che quest'ultimo

si chiuda. Viceversa, interrompendosi la corrente di manovra percorrente la bobina, il nucleo cade per effetto della gravità e di molle speciali, e l'interruttore viene aperto bruscamente. Ad ogni tacca del trasformatore principale corrisponde un contattore. Abbiamo poi un piccolo controller, percorso esclusivamente da deboli correnti ausiliari per dirigere tutta la manovra. Con questa disposizione si effettua facilmente il cosiddetto « multiple units », cioè la manovra di parecchi locomotori da una sola piattaforma. Infatti a questo scopo occorre soltanto congiungere tutti i locomotori mediante un fascio di fili percorsi dalle correnti di manovra.

La terza maniera di variare la tensione ai motori consiste nell'impiego di un regolatore di potenziale. Una tale macchina è da considerare come un motore asincrono monofase, che viene impedito di girare. Le tensioni indotte nell'armatura hanno la stessa periodicità della tensione dello statore e la loro fase relativamente alla fase della tensione dello statore può essere variata dalla coincidenza fino alla opposizione secondo la posizione dell'armatura in confronto alla posizione dell'avvolgimento dello statore. Se noi mettiamo in serie lo statore e l'armatura, spostando quest'ultima, la tensione totale del regolatore varia dunque fra un massimo, corrispondente alla coincidenza di fase delle tensioni relative dello statore e dell'armatura, e un minimo corrispondente all'opposizione. Abbiamo ottenuto in questo modo una regolazione continua della tensione, senza salti e senza interruzioni del circuito principale. Ma purtroppo c'è il gran peso che non raccomanda l'impiego del regolatore di potenziale per tutti i casi. Tuttavia l'A. E. G. ha costruito parecchi grandi locomotori secondo questo sistema.

Quanto alle tensioni e periodicità praticate per la trazione monofase, la confusione generale che regnava prima è adesso superata, ed abbiamo anzi un certo accordo.

Gli stati che particolarmente si interessano alla trazione monofase, cioè la Germania e la Svizzera, hanno fissato in modo determinato come tensione i 15000 volt e come numero di cicli per la corrente sulla linea di contatto $13 \frac{1}{3}$ fino a $16 \frac{2}{3}$. Questo vale per la grande trazione, mentre per le ferrovie di carattere secondario si sceglie frequentemente 25 cicli come periodicità e 6000 o 10000-11000 volt come tensione.

Esaminiamo ora un poco i dispositivi della linea di contatto. Siccome per la trazione a corrente monofase si tratta di solito di alte tensioni e di velocità di marcia considerevoli, si preferisce la sospensione cosiddetta multipla o a catenaria. Questa disposizione ormai nota consiste principalmente nell'appendere il filo di contatto a piccole distanze ad una treccia portante robusta, anzichè affidarlo direttamente alle mensole o ad altri appoggi. Siccome il filo è sostenuto ogni qualche metro, in caso di rottura esso non può toccare il suolo o il materiale mobile o le persone, ma resta in alto, al di sopra della sagoma. Quanto alla treccia, o catenaria, essa è di materia solidissima (acciaio o bronzo) e poco tesa, in modo che è escluso ogni pericolo di rottura. Oltre a questo vantaggio della sicurezza, la sospensione frequentissima del filo di contatto alla catenaria riduce le campate del filo e nel

tempo stesso naturalmente anche la sua freccia, dimodochè il filo resta praticamente orizzontale al piano del binario.

La treccia è sostenuta e nello stesso tempo isolata per mezzo di isolatori di porcellana fissati sulle mensole e porta il filo di contatto per mezzo di tirantini non isolati, la cui distanza orizzontale è di 3-6 metri, secondo il caso. Infine il filo di contatto è appoggiato lateralmente per mezzo di appositi sostegni isolati e fissati ai pali. Per rendere innocue le variazioni di tensione del filo in corrispondenza delle variazioni di temperatura, vengono usati dispositivi speciali per tendere automaticamente il filo. L'A. E. G. ha ultimamente ideato e sperimentato un nuovo sistema che permette di tendere, oltre al filo di contatto, anche la catenaria, portando così un considerevole miglioramento a tutta la sospensione. A questo scopo la catenaria è costituita da bronzo, metallo che possiede lo stesso coefficiente di dilatazione del filo di contatto di rame, in modo che la catenaria e il filo subiscono, con la variazione di temperatura, la stessa variazione di lunghezza.

Quanto agli alternatori che generano la corrente monofase nelle centrali e nelle sottostazioni, essi sono provvisti normalmente del noto regolatore Tirrill, che serve a mantenere costante la tensione degli alternatori stessi, malgrado le subitanee variazioni di carico.

Fu la Società Veneta per Costruzione ed Esercizio di Ferrovie Secondarie Italiane, di Padova, a dare alla A. E. G. - Thomson Houston l'occasione di introdurre in Italia il sistema A. E. G. La Società Veneta possiede, oltre ad altre linee importanti, la linea Padova-Fusina, che è congiunta a Venezia con un servizio di battelli. Siccome l'antico esercizio a vapore non era più sufficiente per il traffico da disimpegnare e la comodità dei viaggiatori, la Società, con bella iniziativa, decise di elettrificare questa linea. Al principio del 1909 venne inaugurato il servizio elettrico.

La linea segue quasi generalmente la strada provinciale ed ha una lunghezza totale di circa 41 km., compresa una diramazione per Mestre. Quanto al profilo longitudinale, salvo le rampe d'accesso al ponte sul Brenta, del 35 per mille, tutto il tracciato si svolge in pianura. Il raggio minimo delle curve è di 56 metri. Le rotaie sono del tipo Phoenix di 42 kg. al metro lineare nell'interno della città di Padova e del tipo Vignole del peso di 26 kg. al m. l. nel rimanente della linea. Lo scartamento è normale.

Un treno normale è composto di una automotrice ed una rimorchiata, con una capacità complessiva di 90 persone circa; eccezionalmente si può aggiungere una seconda rimorchiata, portando così la capacità a circa 130 passeggeri.

L'orario prevede un treno ogni ora in ciascuna direzione. La velocità varia fra 12 e 40 km. all'ora con una media effettiva di circa 25 km. La durata del percorso semplice Padova-Fusina o viceversa è di circa 85 minuti primi. Aggiungendo il tempo necessario per il viaggio sul battello, si ha che per una corsa Padova-Venezia o viceversa occorrono due ore circa.

Come sistema di trazione elettrica si è scelto il monofase con una tensione di 6000 volt media alla linea, e con 25 periodi. Un breve tronco entrante nella città di Padova è però esercitato a bassa tensione, a 600 volt.

Consideriamo anzitutto la linea di contatto. Nel tronco ad alta tensione la linea è disposta secondo la sospensione a catenaria. Le mensole, sorrette da pali a traliccio, la cui distanza è di 50 metri in rettilineo, portano un robusto doppio isolatore di porcellana, su cui è appoggiato il filo portante di acciaio di 6 mm. di diametro. Alla catenaria è appeso il filo di contatto ogni tre metri, mediante tirantini di filo d'acciaio di 3 mm. di diametro. Il filo di contatto è di rame della sezione di 53 mm. ed è mantenuto nella posizione desiderata rispetto all'asse del binario per mezzo di tiranti isolati attaccate alle mensole. L'altezza del filo di contatto sopra i binari è di m. 6.75.

Ogni km. la linea è ancorata ai pali. Ogni 3 km. l'ancoraggio è fatto con isolamento, in modo che la linea viene divisa in sezioni isolate l'una dall'altra. Ogni sezione è protetta con 2 o 3 parafulmini a corna.

Il tronco a bassa tensione è fatto nel modo normale con sospensione semplice. Ricorrendo all'impiego di doppi portaisolatori robusti, si è potuto servirsi delle sospensioni trasversali della tramvia a corrente continua già esistente. L'altezza della linea a bassa tensione sopra i binari è di m. 5.75.

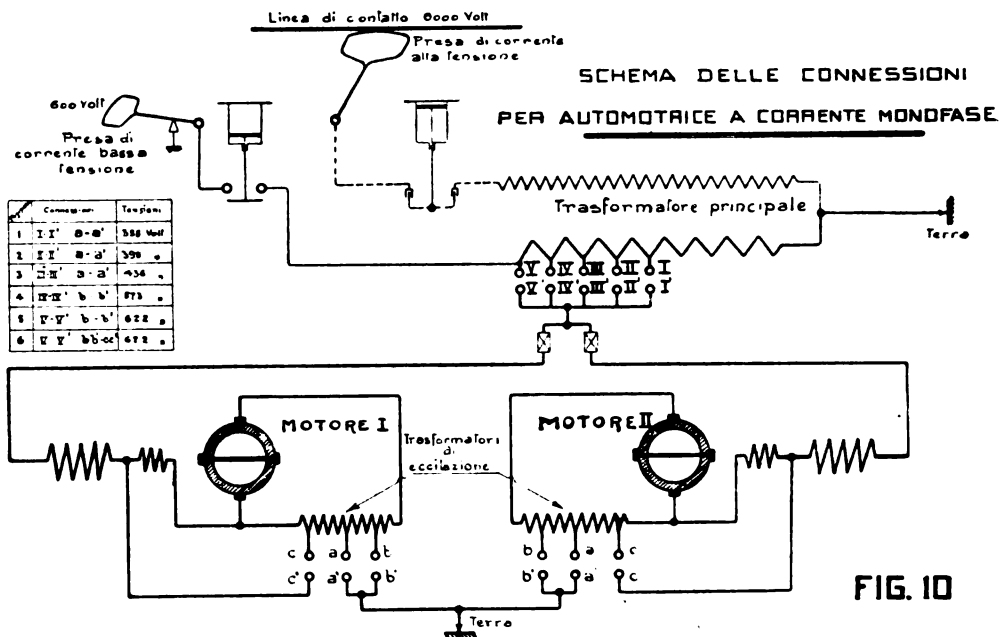
Un certo interesse offre il passaggio dell'alta alla bassa tensione. Si è inserito fra i due tronchi un tratto di linea messa a terra, della lunghezza di 12 metri. In più c'è un breve tratto isolato sia tra la linea messa a terra e il tratto ad alta tensione, sia fra quella e il tronco a bassa tensione. Dalla bassa tensione il filo sale verso l'alta tensione, perchè c'è fra i tratti relativi una differenza di altezza di un metro. Le automotrici hanno due prese di corrente, una per l'alta tensione e l'altra per la bassa tensione, e quest'ultima è disposta in modo che non può mai alzarsi fino a toccare il filo ad alta tensione. Il manovratore è incaricato di cambiare le prese quando passa dalla bassa all'alta tensione, ma anche se lo dimenticasse, non potrebbe avvenire alcun incidente, perchè la presa di corrente a bassa tensione non è in grado di raccogliere la corrente dalla linea ad alta tensione.

Quanto alla presa ad alta tensione, questa può toccare il filo a bassa tensione, se il manovratore dimentica di abbassarla al passaggio da una tensione all'altra; ma questo è innocuo e provoca soltanto l'arresto della vettura.

Il materiale mobile consta di 13 vetture automotrici e di 9 rimorchiate. Le automotrici contengono 44 posti a sedere in due classi, nonchè circa 12 posti in piedi. Vi è inoltre, fra le due classi, un bagagliaio con un armadio per alcuni apparecchi elettrici e con sedili ribaltabili. La parte meccanica ha un telaio robustissimo in ferro sagomato che poggia su due carrelli. Le ruote hanno un diametro di 850 mm. Il peso di una automotrice, con equipaggiamento elettrico, ma senza carico utile, è di 25 ton. ca., di cui 5 1/2 ca per l'equipaggiamento elettrico.

L'equipaggiamento elettrico (schema fig. 10) consiste principalmente in due motori WE della potenza oraria di 80 HP ciascuno; essi sono montati sopra uno stesso carrello, mentre l'altro carrello porta soltanto un compressore ad ingranaggio per i freni ad aria. I motori sono del tipo già descritto: hanno 4 poli ed azionano gli assi del carrello motore per mezzo di ingranaggi. I motori godono di una ventilazione efficace fatta mediante un ventilatore

accoppiato all'armatura, che aspira l'aria presa all'interno della vettura attraverso all'armatura. Essi vengono alimentati da un trasformatore, appeso al telaio della vettura, che riduce l'alta tensione della linea di contatto a 350-600 volt. Questo trasformatore possiede cinque tacche secondarie per le



varie tensioni, che vengono connesse coi motori per mezzo del controller, disposti uno su ciascuna piattaforma.

Il controller regola nello stesso tempo il piccolo trasformatore di eccitazione, appeso anch'esso sotto la vettura, e le spire di commutazione dei motori. Le prese di corrente sono due, come abbiamo già veduto, e sono costruite a forma di pantografi, per adattarsi facilmente alle variazioni di altezza della linea di contatto, pur conservando la pressione normale. La loro manovra si fa per mezzo dell'aria compressa. Le prese di corrente sono congiunte, con l'intercalazione di interruttori, al trasformatore principale, e precisamente la presa ad alta tensione al primario, l'altra al secondario del trasformatore stesso. Un sistema di valvole nelle condutture d'aria per la manovra delle prese impedisce di mettere una di queste al filo di contatto, prima che l'altro circuito sia interrotto. L'armadio posto nel bagagliaio e già menzionato, contiene i parafulmini, le valvole e gli interruttori. Se la porta dell'armadio viene aperta, le prese di corrente si abbassano automaticamente, dimodochè gli apparecchi sono tolti dalla tensione, e per maggior sicurezza nello stesso tempo tutte le condutture vengono messe a terra.

Le rimorciate sono di costruzione analoga a quella delle automotrici, ma hanno 36 posti a sedere e 14 in piedi. Il loro peso, senza carico utile, è di 13 ton ca.

Tutto il materiale mobile è munito di freno ad aria compressa sistema Boeker ed è stato fornito dalla MAN di Norimberga.

La ferrovia Padova-Fusina possiede una centrale termo-elettrica propria, posta alla stazione La Stanga, ad una distanza di circa 2,3 km. da Padova, e dotata di 3 alternatori che formano volante e che sono azionati da motrici tipo Wolf della ditta Franco Tosi; due di questi alternatori hanno una potenza di 360 KVA ciascuno; il terzo fornisce invece 180 KVA. La loro tensione è di 6600 volt, la periodicità di 25 periodi. In servizio sono soltanto un gruppo da 360 KVA e quello da 180 KVA, mentre l'altro da 360 KVA forma la riserva. Ci sono inoltre i condensatori a miscela. In un locale speciale sono poi disposti i generatori di vapore, costituiti da 4 caldaie tipo Cornovaglia, per una pressione di 11 atmosfere, provviste di surriscaldatori ed economizzatore.

Presso gli alternatori si trovano due gruppi convertitori per la trasformazione della corrente alternata in corrente continua a 300 volt. Essi alimentano in parallelo con una piccola batteria d'accumulatori l'installazione di illuminazione ed altri servizi ausiliari.

Nella centrale trovansi 4 trasformatori per abbassare: 1° la tensione da 6600 a 600 volt per eliminare il tronco a bassa tensione della linea di contatto, in Padova; 2° la tensione da 6600 a 300 volt per alimentare i motori dei gruppi convertitori e quelli dell'officina di riparazione, la quale è poco distante.

Il quadro di distribuzione è diviso in due parti, l'una, al piano delle macchine, per la bassa tensione e l'altra, sopraelevata, rispetto alla prima, per l'alta tensione. Anche il quadro è disposto in modo da escludere ogni pericolo; a questo scopo tutti gli apparecchi percorsi dalla corrente ad alta tensione si trovano dietro al quadro, e convenientemente distanti da questo, sul quale si trovano esclusivamente conduttori a bassa tensione. Ogni interruttore, ogni trasformatore di corrente o di potenziale è disposto in una cella separata di cemento armato.

Meritano poi di essere ricordati i regolatori Tirrill che mantengono costante la tensione degli alternatori.

La centrale alimenta direttamente dalle sbarre le linee di contatto ad alta e bassa tensione. Inoltre parte da essa una linea di alimentazione a 6600 volt, che mercè una piccola stazione di trasformazione statica a Santa Sofia alimenta in un altro punto il tronco a bassa tensione della linea di contatto. La linea di alimentazione è condotta sui pali della linea di contatto e la stazione di trasformazione è munita di due trasformatori monofasi 6600/600 volt, 25 periodi, ciascuno di 50 KVA, e di cui uno serve di riserva.

Una parola circa la manutenzione dei collettori. Merita di essere menzionato che i collettori dei motori delle automotrici non subiscono alcuna toritura; dopo un percorso di 40.000 Km., che corrisponde approssimativamente ad un anno di esercizio, le automotrici sono sottoposte ad una ispezione generale, in occasione della quale i collettori vengono puliti con carta vetrata, ciò che costituisce l'unico lavoro di manutenzione per i collettori.

Interesseranno forse alcune cifre statistiche concernenti il traffico della linea Padova-Fusina.

Nel 1911 furono effettuati 540.000 trenichilometri e 22.340.000 Tonn. Km. Il consumo medio, misurato nella centrale e compreso l'illuminazione e il ri-

scaldamento dei treni, è di 39 wattore/Tonn. Km. Dall'inizio del servizio elettrico, il traffico è aumentato straordinariamente ed occorre tutta l'elasticità del materiale elettrico per potere disimpegnare questo servizio intenso. Ricordo per esempio che, mentre i motori furono calcolati per un peso di treno di 45 Tonn. si effettuano spesso dei treni del peso di 60-65 Tonn.

Per illustrare a qual grado la Società Veneta sia riuscita ad aumentare il traffico introducendo il servizio elettrico, citerò che il numero dei passeggeri, che era di circa 500.000 per l'anno 1908, ultimo anno di servizio a vapore, comportava più di 1.500.000 nel 1911, dimodochè si era più che triplicato.

Quanto ad altri impianti eseguiti secondo il sistema A. E. G., mi limito ad accennare ad alcune ferrovie specialmente interessanti, come per esempio alla ferrovia Blankenese-Ohlsdorf, ferrovia suburbana di Amburgo appartenente allo Stato Prussiano. Essa ha una lunghezza di 27 Km. circa e scartamento normale. Ha i caratteri di una metropolitana; treni pesanti fino a 300 Tonn., che si seguono a brevi intervalli; nelle ore di massimo traffico gli intervalli sono di 5 minuti. La distanza media delle fermate è di circa 1 1/2 Km.; la velocità media del percorso di 35-40 Km.-ora. I treni si compongono di 4 unità al massimo ed ogni unità è formata da un'automotrice accoppiata rigidamente ad una rimorchiata. Le due vetture, insieme, hanno due carrelli a due assi e due assi radiali; la loro potenzialità elettrica è di circa 400 cavalli. Complessivamente esse offrono circa 125 posti a sedere. Un treno della composizione massima di 4 unità può quindi trasportare 500 passeggeri ed ha una potenza oraria di 1600 HP. Le 4 automotrici del treno sono manovrate col sistema ad « unità multiple » dalla piattaforma anteriore della prima automotrice. Su questa ferrovia si ha un servizio con avviamenti frequentissimi; ma ciononostante i motori si comportano ottimamente. L'accelerazione media del periodo di avviamento è di 0,40 metri circa al secondo, e il consumo medio, misurato sulle automotrici, è di 34 W.-ora/Tonn.-Km. secondo le prove fatte dalle ferrovie dello Stato prussiano.

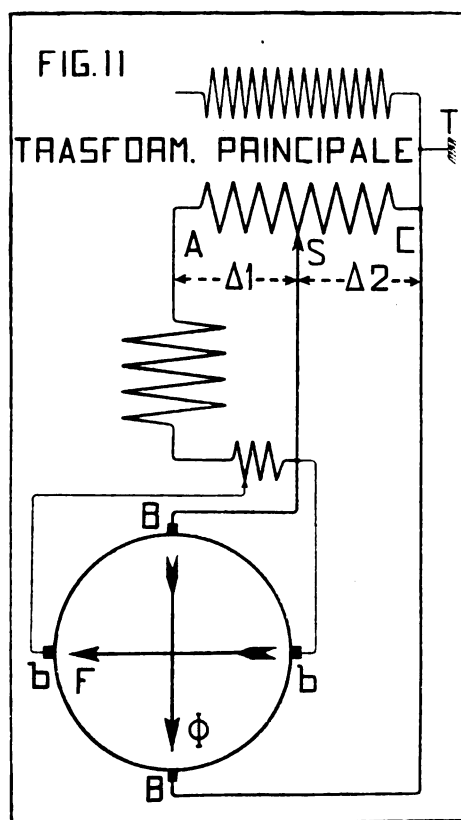
L'A. E. G. ha fornito in 4 ordinazioni successive 111 automotrici; ed il successo è stato così evidente che anche la London-Brighton and South Coast Railway ha elettrificato il suo servizio suburbano secondo lo stesso sistema, ordinando all'A. E. G. tutto il materiale elettrico.

Un altro esempio interessante. Nel 1906 l'A. E. G. costruì una locomotiva monofase potente per lo Stato Prussiano. Siccome a quell'epoca il tipo moderno di locomotiva, con uno o due grandi motori montati in alto ed azionanti gli assi per mezzo di bielle, non era ancora in voga, si impiegarono dei motori azionanti gli assi per mezzo di ingranaggi, come si fa di solito per le tramvie. Applicando una ventilazione forzata si riuscì a portare la potenza oraria di un motore disposto fra le ruote di un carrello a scartamento normale a 350 HP, valore eccessivo, e, credo, non superato neanche da motori a corrente continua, almeno in Europa. La locomotiva in questione ha due carrelli a due assi con 4 motori, e fa un servizio giornaliero pesantissimo di treni merci, sul binario che congiunge la stazione centrale di Altona col porto di Amburgo. Il peso di uno di tali motori, senza ingranaggi, è di 5200 Kg., peso relativamente assai modesto.

In Italia, l'A. E. G. Thomson Houston, sta ultimando attualmente la ferrovia Napoli-Piedimonte d'Alife, della lunghezza di 82 Km. ed elettrificata secondo il sistema descritto.

Prima di accennare ad alcuni tipi recenti di locomotori monofasi costruiti dalla A. E. G., occorre fare ancora una piccola scappata nella teoria, per renderci conto dei perfezionamenti apportati a questi tipi.

Secondo quanto abbiamo veduto, il semplice motore WE, del quale ho trattato finora, funziona nelle migliori condizioni in vicinanza del sincronismo:



Per l'avviamento e le alte velocità abbiamo il trasformatore serie, e l'avvolgimento di commutazione, ma malgrado questi dispositivi il motore non ha per questi regimi la stessa perfezione di funzionamento come per il sincronismo. Il semplice motore Winter-Eichberg è dunque legato al sincronismo, sebbene ciò avvenga in misura minore che per gli altri motori a repulsione, grazie ai dispositivi menzionati; tuttavia questo fatto rimane sempre un inconveniente per il servizio di grandi locomotori, le cui velocità debbono variare entro larghi limiti. Ma l'Eichberg ha trovato un mezzo per liberare questa sua macchina dalla catena del sincronismo. Il suo metodo consiste nell'aprire il cortocircuito delle spazzole trasversali, applicando anche ad esse una tensione. Lo schema generale ottenuto è rappresentato dalla fig. 11. Lo statore e le spazzole di lavoro BB dell'armatura sono inseriti in serie e messi ai morsetti A e C del tra-

sformatore principale. Il punto di giunzione fra statore e indotto è anch'esso collegato col trasformatore, ma in modo che il morsetto corrispondente *S* del trasformatore può essere spostato, ciò che permette di suddividere liberamente la tensione fra statore e indotto. Finalmente abbiamo come prima un piccolo trasformatore serie che alimenta a sua volta l'eccitazione con le spazzole *b b*.

Vediamo senz'altro che il semplice motore WE può essere ottenuto come caso speciale di questo schema, spostando la presa *S* del trasformatore fino al morsetto *C*.

Siccome il nuovo motore possiede una seconda alimentazione per il circuito di lavoro, viene chiamato motore a doppia alimentazione.

Per giudicare del suo modo di funzionamento, occorre riferirci al diagramma del motore semplice e specialmente alla parte riguardante il circuito di lavoro. Trascurando le piccole componenti dovute alla resistenza ohmica ed alla dispersione, abbiamo veduto che per il semplice motore con le spazzole cortocircuitate la tensione dovuta all'induzione statica nel flusso trasversale è equilibrata per la tensione provocata dalla rotazione attraverso il flusso di eccitazione. Ma ora, per il nuovo caso, si somma alla tensione prodotta dall'induzione statica la nuova tensione, cioè la tensione applicata esternamente alle spazzole trasversali. Per mantenere l'equilibrio, la tensione dovuta alla rotazione deve aumentare a misura che la tensione applicata esternamente alle spazzole trasversali aumenta e ciò significa solo che la velocità, il numero di giri del motore, diventa sempre più grande, quanto più noi mettiamo tensione a queste spazzole. Noi siamo adesso liberi di sorpassare il sincronismo.

Ma come si comporta la compensazione e la commutazione al di là del sincronismo? Abbiamo veduto che per il motore semplice otteniamo le condizioni ideali nel sincronismo, per il quale l'equazione

$$\frac{n}{\nu} = 1$$

è realizzata. Occorrerebbe fare ora un calcolo analogo per il caso del motore a doppia alimentazione.

Chiamiamo:

- z_1 il numero delle spire dello statore,
- z_2 " " " " dell'avvolgimento dell'armatura fra le spazzole trasversali,
- z_3 " " " " dell'avvolgimento di eccitazione,
- n " " dei giri,
- N_1 " " delle spire della parte del trasformatore principale che alimenta lo statore,
- N_2 " " delle spire della parte del trasformatore principale che alimenta l'avvolgimento trasversale

Φ il flusso trasversale

F » » di eccitazione

ν il numero dei cicli

e_s la tensione fra le spazzole d'eccitazione dovuta alla rotazione

e_τ » » » » » » » » induzione statica,

E_s » » » » » » trasversali dovuta alla rotazione,

E_τ » » » » » » » » all'induzione statica.

Basandoci sulle deduzioni fatte per il motore semplice, troviamo come condizione per la compensazione del circuito di eccitazione:

$$e_s = e_\tau \text{ ossia } \frac{e_s}{e_\tau} = 1. \quad (1)$$

Sappiamo dal calcolo precedente che:

$$e_s = c \cdot n \cdot \Phi \cdot z_s$$

$$e_\tau = c \cdot \nu \cdot F \cdot z_\tau$$

Dunque

$$\frac{e_s}{e_\tau} = \frac{n\Phi}{\nu F}$$

Considerando il circuito trasversale dell'armatura otteniamo come condizione per l'equilibrio delle tensioni indotte e della tensione applicata esternamente:

$$A_s = E_s - E_\tau$$

ossia

$$A_s = cz_s \cdot Fn - cz_\tau \cdot \Phi \cdot \nu \quad (2)$$

D'altra parte, la tensione applicata esternamente allo statore deve essere praticamente uguale alla tensione indotta staticamente in esso:

$$A_1 = c \cdot z_1 \cdot \Phi \cdot \nu = c \cdot z_2 \cdot \Phi \cdot \nu \cdot \frac{z_1}{z_2}$$

$$\frac{z_2}{z_1} = \frac{c \cdot z_2 \cdot \Phi \cdot \nu}{A_1} \quad (4)$$

Il rapporto fra le tensioni A_1 e A_s è identico a quello tra il numero delle spire N_1 e N_s del trasformatore:

$$\frac{A_1}{A_s} = \frac{N_1}{N_s} \quad (5)$$

Introduciamo il coefficiente x , definito dall'equazione:

$$\frac{N_1}{N_2} \cdot \frac{z_2}{z_1} = x. \quad (6)$$

Sostituendo ai rapporti

$$\frac{N_1}{N_2} \text{ e } \frac{z_2}{z_1}$$

(equazioni 4 e 5) i valori dati dalle equazioni menzionate, troviamo:

$$x = \frac{A_1}{A_2} \cdot \frac{c z_2 \Phi v}{A_1} = \frac{c z_2 \Phi v}{A_2} \quad (7)$$

ossia:

$$c z_2 \Phi v = x \cdot A_2 \quad (8)$$

Combinando le equazioni 3 e 8 si ottiene:

$$A_2 = c z_2 F n - x A_2$$

ossia

$$1 + x = \frac{c z_2 \cdot F \cdot n}{A_2} \quad (9)$$

Dividendo l'equazione 7 per l'equazione 9, troviamo:

$$\frac{x}{1 + x} = \frac{c z_2 \Phi v}{c z_2 F n} = \frac{\Phi v}{F \cdot n} \quad (10)$$

Le equazioni 2 e 10 ci forniscono ora l'equazione

$$\frac{e_z}{e_\tau} = \frac{n \Phi}{v F} = \frac{v \Phi}{n F} \cdot \left(\frac{n}{v} \right)^2 = \frac{x}{1 + x} \cdot \left(\frac{n}{v} \right)^2 \quad (11)$$

Avremo dunque come condizione per la realizzazione della equazione $\frac{e_z}{e_\tau} = 1$ (ciò che significa la compensazione del circuito di eccitazione e nello stesso tempo la commutazione perfetta sotto le spazzole trasversali):

$$\frac{e_z}{e_\tau} = \frac{x}{1 + x} \left(\frac{n}{v} \right)^2 = 1$$

ossia

$$\frac{n}{\nu} = \sqrt{\frac{1+x}{x}}$$

Per il caso speciale $\Delta_2 = 0$, caso del motore semplice, x sarà ∞ e noi otterremo $\frac{n}{\nu} = 1$, come prima.

Vediamo che quanto più facciamo aumentare la tensione Δ_2 applicata alle spazzole trasversali, tanto più piccolo diventa x e tanto più grande il coefficiente $\sqrt{\frac{1+x}{x}}$ uguale a $\frac{n}{\nu}$. In altre parole: applicando una tensione alle spazzole trasversali, la velocità speciale alla quale funziona il motore nelle migliori condizioni, non è più la velocità sincrona, ma una velocità superiore. Il motore alimentato doppiamente, come abbiamo veduto, corre con un numero di giri superiore al sincronismo, ma nello stesso tempo è precisamente questo regime di velocità che permette di realizzare ottime condizioni di compensazione e di commutazione. Per rappresentare praticamente l'effetto, possiamo immaginare che il sincronismo di un motore alimentato doppiamente non sia fisso, ma varii secondo la tensione applicata alle spazzole trasversali. Il sincronismo coinciderà con una velocità minima, corrispondente al vero sincronismo, per il valore zero di questa tensione e con velocità elevate per valori positivi della tensione. Per illustrare in qual grado si è affrancato dal sincronismo accenno che il motore di una locomotiva fornita dalla A. E. G. per il tronco Dessau-Bitterfeld delle Ferrovie Prussiane corre con una velocità tre volte più grande del sincronismo naturale del motore.

Oltre ad offrire il vantaggio di poter sorpassare enormemente il sincronismo, i motori alimentati doppiamente rendono anche molto buono l'avviamento. Consideriamo il motore ora citato e impiegato sulla Dessau-Bitterfeld la cui velocità sorpassa di tre volte la velocità sincrona. Esso possiede 24 poli, mentre un motore semplice, la cui velocità massima non può essere molto diversa dal sincronismo, avrebbe dovuto essere costruito con 8 poli per le stesse condizioni di servizio. La velocità sincrona del motore alimentato doppiamente (si tratta del sincronismo naturale) è dunque soltanto un terzo di quella del motore semplice. Nel primo periodo di avviamento il motore non funziona ancora alimentato doppiamente, ma con le spazzole trasversali cortocircuitate, cioè nel modo normale. Ma siccome la velocità sincrona è ridotta a un terzo, questo periodo è brevissimo ed il motore giunge subito nella vicinanza del sincronismo naturale. Allora si apre il cortocircuito fra le spazzole e si fa aumentare la velocità del motore, applicando man mano ad esse una tensione sempre più grande. In questo modo il vero e proprio periodo di avviamento si riduce a un terzo e per gli altri due terzi dell'accelerazione il motore si trova sempre vicino al suo sincronismo artificiale. È facile rendersi conto dell'importanza di questo fatto per il consumo di KVA nell'avviamento.

Il sistema permette parecchie variazioni. Si può effettuare l'eccitazione per mezzo di un'avvolgimento sull'armatura. Si possono combinare i circuiti di

eccitazione e di lavoro ad un solo circuito con spazzole oblique all'asse del flusso dello statore e poi regolare il motore parzialmente mediante lo spostamento delle spazzole del circuito combinato. Tutto ciò è stato fatto sulle locomotive già ricordate della Dessau-Bitterfeld.

La linea Dessau-Bitterfeld, che fa parte delle Ferrovie dello Stato Prussiano, ha una lunghezza di 27 Km., è a doppio binario e costituisce un tronco dell'importante e frequentatissima linea Magdeburgo-Lipsia, della lunghezza di 112 Km., che sarà fra breve intieramente elettrificata. Il tronco Dessau-Bitterfeld può considerarsi come l'impianto di prova, che ha servito a far estese esperienze in materia di grande trazione a corrente monofase. La tensione alla linea di contatto è di 10.000 volt, la periodicità di 15 cicli. L'A. E. G. ha fornito per questo impianto, oltre ad una parte del materiale per la linea di contatto, parecchi locomotori, per treni diretti e treni merci e della potenzialità di 800 a 1500 HP, che hanno fatto ottima prova.

Secondo principii simili è costruita una locomotiva che l'A. E. G. ha eseguito per la nota ferrovia francese del Midi, ed i cui motori hanno essi pure la compensazione sullo statore; l'avvolgimento di lavoro sul rotore è cortocircuitato per l'avviamento ed alimentato per le velocità normali ed elevate; l'eccitazione si trova anch'essa sul rotore. Ma ciò che rende specialmente interessante questa locomotiva è che essa è disposta per il ricupero. Il ricupero, vale a dire la trasformazione dell'energia prodotta dalla gravità di un treno discendente su forti pendenze in energia elettrica rimandata nella linea di contatto, era finora vantaggio particolare della trazione a corrente trifase, per ferrovie di montagna. Per apprezzare questo vantaggio, basta considerare il pieno successo che le Ferrovie dello Stato hanno saputo ottenere ingegnosissimamente ai Giovi.

Possiamo dire in linea generale che si può recuperare esclusivamente con un motore con eccitazione in derivazione. Sappiamo, se ci ricordiamo delle condizioni per la corrente continua, che con un motore serie si può frenare elettricamente su una resistenza, ma mai rimandar l'energia nella rete.

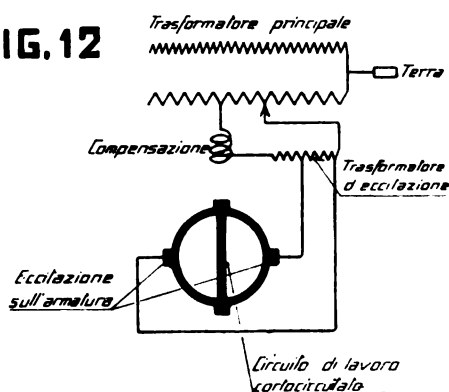
Ne segue quindi che, per poter recuperare col motore monofase, occorre eccitarlo in derivazione, cioè separare il trasformatore di eccitazione, che finora era inserito in serie con lo statore, e metterlo direttamente sulla rete o sotto una tensione proporzionale e in fase con essa. Questo funzionamento con l'eccitazione in derivazione è possibile per il motore Winter-Eichberg, perchè esso ha, mercè il flusso trasversale Φ , l'eccitazione compensata, cioè in fase con la corrente di lavoro.

Col disporre l'eccitazione in derivazione, si cambia naturalmente la caratteristica del motore. Per una tensione determinata la velocità non si ridurrà più con l'aumentare della coppia e viceversa, come avviene per il motore in serie, ma il motore manterrà la sua velocità praticamente costante indipendentemente dalla coppia, come qualsiasi motore eccitato in derivazione, compreso il motore asincrono trifase, che appartiene alla stessa categoria. Ma questo non costituisce uno svantaggio; al contrario. Se si vuol frenare elettricamente, cioè se il peso di tutto il treno si appoggia sulla locomotiva, di modo che gli attacchi non siano tesi, ogni variazione di velocità potrebbe di-

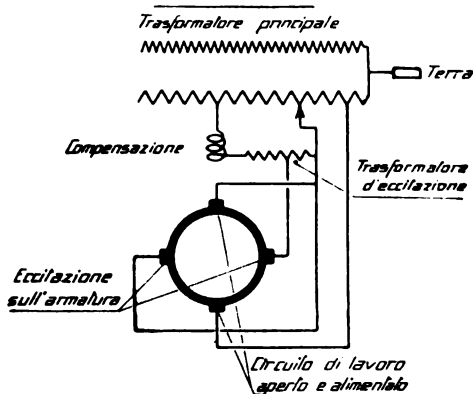
venire pericolosa; la costanza della velocità è una garanzia per l'equilibrio del treno. Quale è la velocità alla quale tende il motore monofase eccitato in derivazione e con le spazzole di lavoro cortocircuitate? Evidentemente la velocità sincrona, perchè per essa, come abbiamo visto prima, le due tensioni provocate fra le spazzole cortocircuitate per l'induzione statica e l'induzione della rotazione si equilibrano. Se la macchina sviluppa una coppia, ci sarà un piccolo scorrimento positivo cioè la velocità sarà un po' inferiore

(1) COLLEGAMENTO PER L'AVVIAMENTO

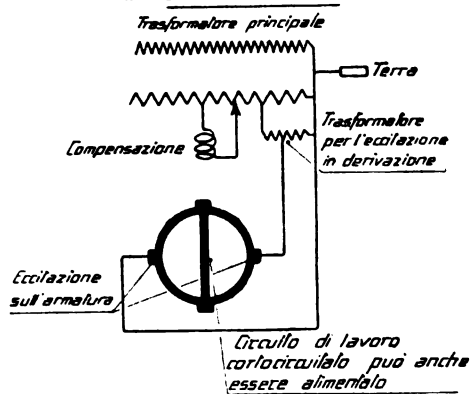
FIG. 12



(2) COLLEGAMENTO PER MARCIA CON VELOCITÀ ELEVATA



(3) COLLEGAMENTO PER IL FUNZIONAMENTO IN RICUPERO



alla sincrona. Come vediamo, il motore funziona analogamente ad un motore asincrono trifase. Ma ciò non è che logico. È infatti facile vedere che i due flussi trasversali e di eccitazione, che hanno direzioni perpendicolari e uno spostamento di fase di 90° , non rappresentano altro che un vero campo rotante. Ora è evidente che basta azionare il motore per mezzo di una forza esterna con una velocità sorpassante il sincronismo di un piccolo scorrimento negativo, per poter recuperare sulla linea di contatto. Il funzionamento è completamente analogo a quello di un motore asincrono trifase, ma non dobbiamo dimenticare che il sincronismo non è più qual cosa di fisso. Se noi apriamo

il cortocircuito fra le spazzole di lavoro ed applichiamo a queste una tensione, si forma un nuovo sincronismo artificiale coincidente con una velocità elevata in confronto della velocità di prima. Possiamo dunque scegliere liberamente la nostra velocità costante con la quale vogliamo discendere, recuperando, ed in questo modo combiniamo il prezioso vantaggio del recupero coi vantaggi della trazione monofase.

La descrizione del funzionamento e lo schema di collegamento sono stati semplificati per rendere chiaro e perspicuo il problema, per esaurire il quale in tutti i suoi particolari occorrerebbe indugiarsi nella parte teorica, senza ricavarne elementi decisivi per la conoscenza perfetta del sistema.

La fig. 12 rappresenta lo schema del motore della locomotiva per il Midi; lo schizzo 1 indica il modo di collegamento per l'avviamento, fatto cioè con le spazzole di lavoro cortocircuitate. Questo schema non differisce da quello del motore normale WE. Lo schizzo 2 mostra le connessioni per velocità normali ed elevate, con la tensione applicata alle spazzole di lavoro, mentre lo schizzo 3 dà lo schema per funzionamento in recupero, cioè coll'eccitazione in derivazione mediante il trasformatore di eccitazione sottoposto ad una tensione costante. Le spazzole di lavoro possono essere cortocircuitate, come è rappresentato nello schizzo, oppure possono essere messe sotto tensione.

La fig. 13 si riferisce al modo di comportarsi del motore rispetto al funzionamento in recupero; in questo diagramma sono esposti i risultati ottenuti

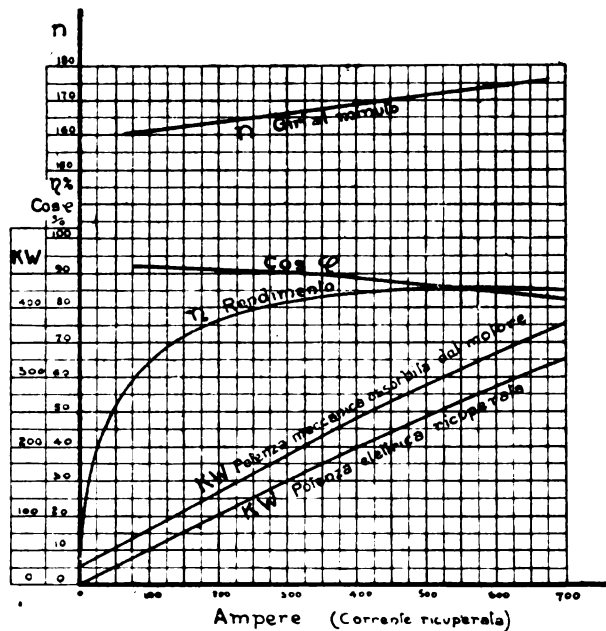


FIG. 13

nel campo di prova; si vede da esso l'energia meccanica assorbita, l'energia elettrica recuperata, il fattore di potenza, il rendimento ed il numero dei giri in funzione della corrente recuperata. La velocità è caratterizzata da un piccolo

scorrimento negativo, vale a dire che il numero dei giri aumenta con l'aumentare della potenza recuperata. Il motore si comporta insomma come un buon motore trifase asincrono.

Per le curve tracciate nella fig. 13, la tensione dell'avvolgimento dello statore era di 565 Volt, e la tensione dell'eccitazione di 16 Volt.

Le prove di ricupero, che si effettuano attualmente sulla rete del Midi, sono fatte con velocità fra 27 e 65 Km. all'ora, secondo la tensione applicata alle spazzole di lavoro. Con un treno del peso di 280 Tonn., per esempio, e discendendo su una pendenza del 17 ‰, si sono recuperati 450 KW. con un fattore di potenza di 0,95.

La locomotiva è munita di due motori della potenza oraria di 900 HP. ciascuno. I motori sono disposti nel centro e montati in alto; azionano due alberi di rimando per mezzo di bielle inclinate. Da questi alberi viene trasmesso lo sforzo sui tre assi motori. Vi sono in più due assi portanti.

Riassumendo ciò che abbiamo detto, si constata che col sistema monofase A. E. G. si è giunti a trovare delle soluzioni che si adattano a tutte le condizioni di servizio, dal servizio di una tramvia a quello di ferrovie suburbane, fino a quello di grandi locomotori potentissimi da montagna.

N. 4.**PARTECIPAZIONE DELL'A. E. I. ALLA RIUNIONE ANNUALE
DELL'ASSOCIAZIONE SVIZZERA DEGLI ELETTRICISTI**

Notizie comunicate dal Socio GIANCARLO VALLAURI.

La Presidenza dell'Associazione Svizzera degli Elettricisti, in occasione della sua XXV Riunione annuale da tenersi in Zurigo alla fine dello scorso settembre, rivolgeva alla Presidenza dell'A. E. I. il cortese invito di farvisi rappresentare, esprimendo il desiderio, che questa occasione giovasse a stringere maggiormente i vincoli di amicizia, che già legano fra loro le due Associazioni. La Presidenza dell'A. E. I. accettava con compiacimento il cortese invito e delegava a suo rappresentante il socio G. Vallauri, che accettò di partecipare con tale incarico alla indetta riunione. Questa si svolse a Zurigo nei giorni 28 - 29 e 30 settembre, contemporaneamente alla riunione della Unione delle Centrali elettriche Svizzere e a quella dell'Unione Svizzera degli Installatori Elettrici. Il numero dei partecipanti, fra i quali erano i delegati delle principali Associazioni Elettrotecniche straniere, superò i 500.

In una prima riunione del 28 settembre furono esposte e discusse le relazioni su i temi seguenti: 1) Questioni di tariffe; 2) Revisione della legge federale sulle fabbriche; 3) Reclame per l'applicazione dell'elettricità; 4) Distinzioni agli impiegati e ai funzionari anziani. Nel pomeriggio ebbe luogo l'assemblea dell'Unione delle Centrali Elettriche e la sera i membri onorari e gli ospiti stranieri del Congresso furono invitati per un banchetto intimo al Savoy Hôtel.

La mattina del 29 ebbe luogo l'assemblea generale dell'Associazione Svizzera degli Elettricisti nella piccola sala della Tonhalle. Compiute le pratiche statutarie e svolte le questioni di amministrazione interna del fiorente sodalizio, furono posti in discussione i rapporti delle varie commissioni incaricate di studi speciali (comitato elettrotecnico della commissione internazionale; commissioni: per le unità, per le norme, per le tarature, per le correnti di ritorno attraverso la terra, per la redazione degli atti della società.

per la legge federale su le acque, per le disposizioni di sicurezza contro le sopratensioni, per la revisione della legge su le fabbriche, per la organizzazione del segretariato generale; rappresentanza dell'associazione nella commissione di studi per la trazione elettrica). Tutte le relazioni erano state stampate e comunicate in precedenza ai congressisti, così che, nonostante il loro numero e la loro importanza, tutto il programma poté essere svolto in una sola seduta, trascurando inutili letture e trattando solo gli argomenti più salienti. Tra questi è degna di nota la questione delle norme, esposta dal Prof. Wyssling, il quale accennò agli inconvenienti, che possono nascere quando si voglia codificare troppa materia e troppo minuziosamente nel campo della elettrotecnica, e fece anche rilevare da un lato i vantaggi, che si trarrebbero, e dall'altro le difficoltà che si dovrebbero vincere, per fondere le norme svizzere con quelle germaniche, secondo il desiderio espresso da taluni.

Interessante fu anche la relazione dell'Ing. Ringwald, che descrisse gli esperimenti eseguiti dalla commissione incaricata dello studio delle sopratensioni negli impianti. Questi esperimenti, non ancora terminati, si svolgono con criteri e con metodi assai pratici ed ingegnosi, con la collaborazione di parecchie centrali svizzere. Essi mirano fra l'altro alla determinazione della natura delle scariche atmosferiche. In base ai risultati finora raggiunti il relatore accennava ad es. alla convenienza di collocare gli scaricatori solo in determinati punti delle linee ad alta tensione e non in ogni più piccola derivazione (per esempio presso i trasformatori collocati su pali, che in taluni impianti sono molto usati), proteggendo invece queste derivazioni secondarie solo mediante spirali di selfinduzione, che dovrebbero respingere le sopratensioni verso i punti dove si trovano gli scaricatori. A proposito di questi ultimi il relatore esprimeva favorevoli giudizi circa l'impiego dei condensatori.

L'Ing. Tissot riferì su l'opera della commissione di studi per la trazione elettrica. Questa commissione ha presso che condotto a termine un vasto studio preventivo su la portata e su gli effetti delle questioni tecniche ed economiche inerenti all'applicazione della trazione elettrica ai singoli compartimenti ferroviari della Federazione. Fra l'altro la commissione svizzera ha risolto la questione del sistema, prescegliendo la corrente monofase a bassa frequenza. Infine, in base ad un'altra delle relazioni presentate, merita un accenno il fatto, che l'Associazione svizzera tratta ora il problema di istituire un ufficio permanente di segretariato generale, che sarà probabilmente sul tipo di quello del V. D. E.

Nel pomeriggio del 29 i congressisti fecero una gita sul lago di Zurigo, sbarcando a merendare su la penisola di Au e la sera si riunirono a banchetto nella grande sala della Tonhalle. Al cortese saluto del Presidente dell'Associazione Svizzera, Ing. Täuber, e del Presidente del Comitato locale, Prof. Wyssling, risposero i rappresentanti delle associazioni straniere ringraziando per la ospitalità cordiale e traendo lieti auspici per la creazione di legami sempre più intimi con l'Associazione Svizzera. L'invito rivolto ad essa dal rappresentante italiano, a nome della Presidenza dell'A. E. I., di partecipare al prossimo convegno di Genova, fu lietamente accolto dai congressisti. Il banchetto, dall'esecuzione caratteristica di canti nazionali e popolari sviz-

zeri, fu seguito da un'animata festa da ballo. Il giorno seguente, 30 settembre, i congressisti, divisi in gruppi, visitarono le principali stazioni elettriche della città e dei dintorni, appartenenti in gran parte alle pubbliche amministrazioni, e la fabbrica di Oerlikon.

Durante tutto lo svolgimento della riunione, il rappresentante dell'A. E. I. fu fatto segno alla più deferente cortesia da parte della Presidenza e dei singoli membri dell'Associazione Svizzera degli Elettricisti. Ad essa la Presidenza dell'A. E. I. ha rivolto perciò i suoi vivi ringraziamenti, esprimendo il desiderio di poter ospitare durante la prossima riunione di Genova un rappresentante della Svizzera e rinnovando l'augurio di un'amicizia sempre più cordiale fra le due Associazioni.

N. 5.

RECENSIONI

(I recensori non assumono alcuna responsabilità delle affermazioni e dei giudizi contenuti negli articoli riassunti)

Argomenti diversi.

Le azioni elettrolitiche sul calcestruzzo e sul cemento armato.

H. P. BROWN. — *The Electrician* - Volume LXIX, pagina 915 - Settembre 1912.

L'Autore afferma, come risultato di osservazioni personali:

1° La formazione di crinature alla superficie del cemento armato, quando in presenza di umidità ci sia una differenza di potenziale di almeno 1,5 volt e l'armatura sia positiva, e ciò anche quando lo strato di cemento interposto raggiunge i 15 cm. di spessore;

2° La disintegrazione del calcestruzzo di cemento sotto l'azione contemporanea dell'umidità e di una differenza di potenziale di almeno 1,5 volt; il fenomeno è affrettato dalla presenza di acque acide o salate;

3° La corrosione delle armature in ferro sotto la medesima doppia e contemporanea azione, e quando il metallo funzioni da anodo, qualunque sia in genere la natura della massa muraria intorno;

4° Lo sgretolamento del calcestruzzo di cemento sotto l'azione di acque alcaline o di mare insieme all'azione acceleratrice del fenomeno sotto l'azione della corrente elettrica;

5° Il deterioramento delle costruzioni murarie in genere delle lunghe gallerie, sotto l'azione combinata dell'umidità e del fumo anche senza il concorso della corrente elettrica;

6° La scarsa fiducia che può essere data all'apparente impermeabilità di una parete in calcestruzzo contigua ad un velo d'acqua sotto pressione, e in conseguenza la niuna sicurezza contro l'azione distruttrice della corrente;

7° La insufficienza di ogni rivestimento impermeabile a proteggere il calcestruzzo contro il passaggio della corrente.

L'Autore afferma di aver constatato questi fatti nei danni verificati a un grande edificio industriale di New-York e a molti lavori ferroviari in calcestruzzo dentro ed attorno la città stessa; casi tutti dove i danni non furono potuti addebitare né alla cattiva qualità del cemento, né a cattiva costruzione.

Non sempre però i danni accennati provengono dalle correnti vaganti dei tramways; ma per esempio nell'edificio a scopo industriale ora accennato i gravi danni riscontrati furono dovuti al cattivo isolamento dell'impianto autonomo a corrente continua, di cui il fabbricato stesso era dotato, cattivo isolamento dovuto anche all'umidità e al genere di vapori sviluppati in dipendenza dell'in-

dustria esercitata; tanto che riattato l'isolamento e restaurati i guasti, fu provveduto a un completo servizio automatico di segnalazione dei difetti di isolamento.

Per il controllo del calcestruzzo di cemento in quanto riguarda il passaggio dell'umidità, l'Autore ritiene insufficiente il metodo di Wig e Bates, in cui la soluzione alcalina che sale per capillarità in un blocco di cemento dello spessore di 5 cm. immerso per poco più di uno nell'acqua reagisce sul fenolo-ftaleno di cui è imbevuta della carta bibula collocata sul blocco stesso; egli preferisce a questo scopo preparare dei blocchi di cemento di una dozzina di centimetri di lato, per poco più di 20 di altezza, armati con due barre di acciaio di 2,5 cm. di diametro, penetranti per una dozzina di centimetri nella massa alla distanza di due, e connettere quindi le barre ai poli di una dinamo a corrente continua con 125 volt di tensione, dopo immersi i blocchi quasi totalmente in una soluzione al 10 % di sale di cucina.

Fatta questa operazione su blocchi che avevano in precedenza subito un perfetto essiccamento, dopo due giorni appena si presentarono le prime incrinature, indice sicuro del passaggio dell'umidità; anche colla corrente alternata l'Autore ebbe fenomeni analoghi, però in un intervallo di tempo circa doppio.

Quasi nessuno dei molti preparati, a base di oli, di asfalto, di resine e di sapone, con cui l'Autore ebbe a tentare di impastare il cemento per ottenere una massa veramente impermeabile, soddisfece allo scopo; soltanto infatti una pasta, che va in commercio sotto il nome di « Starex », mescolata nella proporzione di 2 parti in peso con 5 di cemento, 15 di sabbia e 2 e mezzo di acqua, permise la costruzione di blocchi, che sottoposti per lunghissimo tempo all'anzidetta prova non subirono alcun deterioramento.

Appunto con questa miscela e con ottimi risultati fu provveduto al restauro delle parti deteriorate nell'edificio, di cui è stato sopra accennato.

Lo « Starex » ha l'aspetto di una sostanza bituminosa simile a cera impastata con polvere minerale; sembra, che, unendosi coi minerali silicei contenuti nel calcestruzzo, formi un composto che ottura i pori del calcestruzzo stesso.

G. R.

La combustione catalitica e le sue applicazioni industriali.

A. BERTHIER. — *Lum. El.*, 24 agosto 1912.

Le prime ricerche sulla combustione catalitica sono relativamente antiche, inquantochè furono suggerite al Davy dalle sue indagini sulla natura delle fiamme (1816); e poichè oggi, grazie agli studi del Bone, cominciano ad apparirne le prime applicazioni industriali (anche elettriche), crediamo far cosa utile riassumendo un interessante articolo pubblicato in proposito dal Berthier.

È noto che se si porta una fiamma ad una temperatura superiore a quella occorrente per la combustione dell'elemento combustibile, la combustione si arresta: è ciò che avviene quando si schiaccia una fiamma con una tela metallica o con uno strato poroso sottile che ne provochi il raffreddamento in seguito alla trasmissione di calore che avviene per conducibilità interna.

La tela metallica o lo strato poroso sono naturalmente attraversati da una parte del combustibile, il quale passa senza bruciare e può essere riaccesso al disopra.

Se in luogo di impiegare un solo gas combustibile, ed alla pressione ordinaria, si invia un miscuglio gasoso esplosivo sotto pressione negli interstizi d'un corpo poroso, il fenomeno che si produce è molto diverso. Se il corpo poroso è stato inizialmente portato all'incandescenza con mezzi ausiliari, il miscuglio si combina con vivacità nel suo interno ed il corpo poroso viene mantenuto a temperatura

assai elevata senza alcun sviluppo visibile di fiamma. Questo fenomeno di combustione catalitica non è, del resto, che un caso particolare d'un fenomeno assai generale relativo alle trasformazioni chimiche dei miscugli gassosi. È noto, per esempio, che un miscuglio di O e di H alla temperatura e pressione ordinaria rimane indefinitamente inerte, mentre al disopra dei 450° si può constatare la formazione lenta e continua di vapore acqueo. In principio, la velocità della reazione è così debole, che l'elevazione di temperatura del miscuglio è affatto inapprezzabile; ma dai 550° circa in poi la combustione progredisce così rapidamente, che si giunge prestissimo alla temperatura di ignizione. Se però il miscuglio è mantenuto a temperatura bensì inferiore a quella che corrisponde alla sua infiammazione spontanea (per es., fra 420° e 450°), ma si trova in presenza di sostanze convenienti, si può constatare che realmente la combustione si produce, ma è localizzata, almeno in principio, alla superficie del corpo. Questo fatto si dimostra con l'esperienza classica della spirale di platino incandescente in seno ai vapori di alcool metilico ed ha servito successivamente di base per la costruzione di piccoli ed interessanti apparecchi: apparecchi di disinfezione, lampade per la combustione di certi profumi etc.

Fin dal 1823 è stato messo in chiaro (Dulong, Thénard, Döbereiner) che tutte le sostanze posseggono, più o meno, le accennate proprietà scoperte nel platino e nei metalli della sua famiglia; ma che la loro attività dipende in grado notevole dalla loro temperatura.

Per spiegare i fatti accennati sono state emesse successivamente diverse teorie supponendo che si trattasse di fenomeni di assorbimento del gas combustibile (Döbereiner), del comburente (Henry, Graham), o di tutti e due insieme (Faraday); oppure di una successione rapida di ossidazioni e di riduzioni della sostanza catalitica. Recentemente la questione è stata ripresa in modo assai elegante dal Nernst e dal Bone, assimilando il fenomeno alla soluzione d'un sale nell'acqua e tenendo conto della ionizzazione del gas.

Le esperienze del Bone hanno confermato che la proprietà di accelerare la combustione appartiene a tutte le superficie, portate però a temperatura vicina la differenze di attività spiegate dalle varie sostanze diminuiscono col crescere della temperatura, tanto che verso l'incandescenza viva le diverse sostanze presentano tutte, sensibilmente, la stessa attività; e che la velocità di combustione sembra proporzionale alla pressione parziale del gas combustibile ed indipendente da quella del comburente. Si può per conseguenza ideare un *metodo generale di combustione catalitica, indipendente dalla natura della superficie porosa*; metodo che consisterà nella iniezione di un miscuglio gassoso esplosivo, in condizioni da precisare, negli interstizi di un corpo solido refrattario poroso incandescente: si produrrà così la combustione del miscuglio nell'interno del corpo senza dare luogo a sviluppo di fiamma.

Tacendo di altre interessanti particolarità del fenomeno, scoperte dal Bone (per es. quando l'oro e l'argento assorbono dell'idrogeno si caricano negativamente; e si caricano positivamente nell'assorbire l'ossigeno), osserveremo che le proprietà caratteristiche principali del metodo catalitico di combustione sono le seguenti:

a) Mentre nella combustione ordinaria, con fiamma, di un gas, la percentuale di calore emesso sotto forma di energia raggianti è minima, essa è assai alta nella combustione catalitica, inquantochè dipende dalle proprietà irradianti del corpo solido poroso.

b) Dando al corpo acceleratore forma e dimensioni convenienti, si può localizzare ed intensificare a piacere lo sviluppo di calore, limitando così le perdite inevitabili di calore.

c) La temperatura ottenuta può essere modificata con grande rapidità agendo semplicemente sulla composizione e pressione del miscuglio gassoso.

d) La combustione avviene in modo perfetto anche quando nel miscuglio si ha un eccesso minimo di comburente; questo eleva le massime temperature raggiungibili e migliora il rendimento della combustione.

Infine il metodo catalitico può essere realizzato con la maggior parte dei combustibili gassosi conosciuti (gas-luce, gas di alto forno, gas naturali, gas all'acqua carburata, gas di oli minerali, ecc.); può essere modificato facilmente consentendo di far assumere al corpo scaldato ed alle superficie riscaldanti le forme le più diverse; l'incandescenza del corpo poroso non dipende sensibilmente dal mezzo nel quale si trova (aria libera atmosfere inerti di azoto o di anidride carbonica, ecc.), ma solo dalle proporzioni del miscuglio esplosivo: ecc.

★★

Per realizzare il metodo catalitico il Bone ha immaginato vari dispositivi i quali si raggruppano in due classi a seconda che il corpo scaldante ha la forma di un *diaframma* o di uno *strato* circondante il corpo da scaldare.

Il diaframma scaldante è fatto generalmente di un agglomerato di grani di argilla (diametro compreso fra mm. 1,6 e mm. 3,2) e di feldspato in polvere, impastati con acqua e cotti in un forno. Si ottiene così (fig. 1) uno strato molto

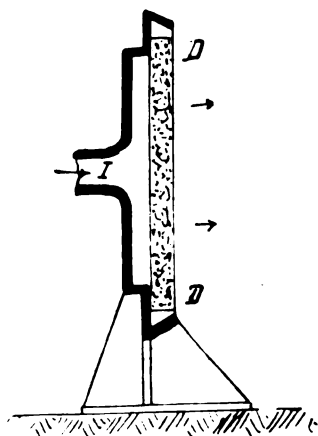


Fig. 1.

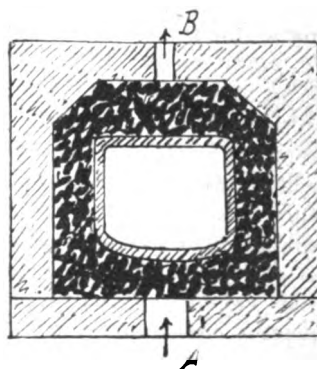


Fig. 2.

poroso D. D. (lo spessore viene tenuto di circa 25 mm.) che chiude la bocca di una specie di inbuto *I* che porta il miscuglio esplosivo. Si comincia col mandare da *I* il solo gas combustibile che si accende al di là del diaframma. Se dopo un certo tempo si manda da *I* anche dell'aria (sotto debole pressione), la fiamma che fa il gas al di là del diaframma perde gradatamente ogni luminosità e diventa via via più corta; in seguito si ritira alla superficie del diaframma, che prende un aspetto bluastrò, e finisce con lo scomparire completamente; si ha allora combustione senza fiamma nell'interno del diaframma il quale si arroventa uniformemente. Questo stato di regime perdura poichè si invia per *I* il miscuglio esplosivo.

I diaframmi vengono attualmente costruiti per dimensioni fino a 0,37 mq. la loro durata sembra assai lunga, per quanto manchino tutt'ora dati sicuri e numerosi in proposito.

In modo poco diverso si procede quando il riscaldamento è fatto con l'altro

metodo. In tal caso il corpo da scaldare è circondato, come mostra la fig. 2 relativa ad un forno a muffola, da uno strato di materia granulosa incandescente; il miscuglio esplosivo viene introdotto dall'apertura inferiore A, praticata nel rivestimento refrattario ed esce, dopo aver bruciato nell'interno dello strato od in particolare nella sua parte inferiore, per l'altra apertura B.

★★

Le applicazioni permettenti della combustione catalitica sono attualmente molto numerose, inquantochè comprendono la *fusione dei metalli*, il loro *riscaldamento* (cementazione, ricottura, ecc.), ed il *riscaldamento e l'evaporazione dei liquidi* (caldaie a vapore).

Interessa speciale presenta quest'ultima applicazione la quale, se riescisse, come tutto sembra annunziare, *potrebbe, aumentando considerevolmente il rendimento termico delle caldaie, abbassare il costo dell'energia ottenuta con motrici a vapore al livello (e forse al disotto) del costo relativo all'uso dei motori a combustione interna.*

In luogo di collocare la sostanza scaldante intorno al recipiente contenente l'acqua, il Bone preferisce collocarla nell'interno. In particolare i tubi di fumo delle caldaie multitubulari (per es. quelle del tipo locomotiva) possono ricevere direttamente la sostanza scaldante e trasformarsi in centri attivissimi di riscaldamento.

Il Bone ha fatto sino ad ora, e con ottimi risultati, varie prove sia a Leeds (1910), sia più di recente, nelle officine metallurgiche di Skinningrove a Cleveland (Yorkshire). Senza entrare in troppi particolari (per i quali rimandiamo alle comunicazioni originali del Bone: *Journal of Franklin Institute*, febbraio 1912; *Journal of Gaslighting*, 9 gennaio 1912; *Engineering and Mining Journal*, New York, 20 gennaio 1912, ecc.), diremo che nelle prove fatte a Leeds sopra una piccola caldaia multitubulare capace di produrre 250 Kg. di vapore all'ora, si è constatato un *rendimento termico medio* (rapporto fra il calore impiegato nel riscaldamento e nell'evaporazione dell'acqua ed il calore totale svolto nella combustione) di circa 0,94; cifra assai più alta di quella che corrisponde alle migliori caldaie di grande potenza e munite di economizzatore. La produzione oraria di vapore può arrivare ai 100 Kg. per mq. di superficie riscaldante e per ora. Inoltre nelle caldaie a combustione catalitica il focolare è affatto soppresso: il camino può ridursi ai minimi termini. La combustione è affatto completa, giacchè l'analisi del fumo non rivela traccia nè d'ossido di carbonio, nè di ossigeno, nè di metano. Ci sembra inutile insistere ulteriormente sull'interesse che presentano questi fatti per le grandi Centrali elettrotermiche.

La combustione catalitica ha ricevuto numerose altre applicazioni al riscaldamento (locale e centrale) delle abitazioni, dei ferri da stiro, alla cucina; all'illuminazione, utilizzando sempre il metodo di Auer; e, infine, alla produzione, su piccola scala, dell'energia elettrica per mezzo di pile a gas. L'avvenire chiarirà l'importanza pratica reale di questi ingegnosi e, per ora, felicemente riusciti tentativi del Bone.

U. B.

Dinamo.

Scintillio anormale alle spazzole, cause e rimedii.

W. W. FIRTH. — *Journal of the Institution of Electrical Engineers Maggio 1912, pag. 878, 789.*

Il fenomeno di cui l'autore tratta in queste pagine è quello chiamato dagli Inglesi « flash-over » cioè la formazione di un arco con esplosione violenta tra le spazzole di una macchina a commutatore soggetta a anormali condizioni di carico: questo fatto è spesso accompagnato a una eccessiva densità di corrente alle spazzole e a un eccessivo scintillio. L'arco forma un collegamento di debole resistenza tra le spazzole e la macchina è virtualmente chiusa, fin che esso dura, in corto circuito. Il « flash-over » si presenta nei convertitori, e nei motori, quando siano eccessivamente sovraccaricati o quando ne venga accidentalmente interrotto il circuito di campo; molto raramente invece nei generatori. Nelle macchine multipolari l'arco si estende talora a tutta la circonferenza di regola però è limitato a un paio di spazzole. Questo fenomeno preoccupa parecchio gli ingegneri per i danni che ne possono derivare alle persone e alle macchine stesse.

Le ragioni possibili della formazione di un arco tra le spazzole sono due: un anormale aumento della tensione o una diminuzione della resistenza. Quanto alla prima, sebbene sia probabile che una subitanea variazione della corrente dovuta a un corto circuito generi una forte f. e. m. nell'armatura, tuttavia il seguente calcolo mostra che essa è insufficiente a produrre il fenomeno. Il motore su cui furono fatte le esperienze aveva 33 lamelle tra ogni paio di spazzole e uno spessore complessivo di mica di $0,075 \times 33 = 2,48$ cm.: ammesso un valore minimo di 20000 volt per cm. per produrre l'arco occorreranno 49,500 volt; ora la f. e. m. indotta è data da $L \frac{di}{dt}$ e poichè L era uguale a 0,031 Henry e la variazione massima di i durante il « flash-over », misurata dall'oscillografo era di 8,000 ampère si ha:

$$L \frac{di}{dt} = 248 \text{ volt.}$$

Rimane quindi soltanto la seconda ipotesi e cioè che si formi un collegamento di debole resistenza tra le 2 spazzole: esso può essere formato da particelle di carbone liberatisi dalle spazzole stesse per eccessivo scintillio o da una serie di archi locali tra i segmenti del collettore dovuti a cattiva commutazione per eccessiva densità di corrente. Entrambe queste cose hanno la loro importanza e, mentre la vera causa della formazione del « flash-over » è l'ultima enunciata anche la polvere di carbone ha la sua influenza poichè riduce la resistenza dell'arco. In esperienze fatte su un motore Westinghouse $7\frac{1}{2}$ cav., 450 volt direttamente accoppiato con un generatore da 110 volt, 50 ampère: si notò che il « flash-over », che si produceva chiudendo in corto circuito il generatore, si presentava sempre nella parte superiore del collettore e non nella parte inferiore dove la gravità asportava la polvere di carbone. Viceversa in esperienze fatte con un commutatore formato da 2 barre di rame separate da uno strato di mica di spessore usuale e soggette a una d. d. p. di 20 volt (maggiore della normale), con polvere di carbone sparsa sulla mica non si verificò mai il « flash-over » anche quando il carbone era caldo e sebbene il voltaggio fosse sufficiente a mantenere l'arco. La presenza del « flas-over » nelle vecchie macchine a spazzole di rame e la sua assenza quando commutatore e spazzole siano ben pulite sono altri fatti tendenti a provare che la polvere di carbone non è necessaria, sebbene utile, alla formazione del « flash-over ».

Il vero mezzo per impedire la formazione del « flash-over » è quello di progettare la macchina con una buona commutazione anche nelle peggiori condizioni di carico. L'autore poi ha trovato che un mezzo efficace di prevenzione è quello di rivestire il collettore con una lamina di asbesto: essa impedisce la formazione del « flash-over » anche nelle peggiori condizioni di carico e di scintillio. Un altro vantaggio è presentato dall'uso di questo rivestimento, nella diminuzione del scintillio normale, dovuta al fatto che il collettore si mantiene pulito. Per impedire però che la polvere di carbone si accumuli tra rivestimento e collettore e quindi, a lungo andare, determini un scintillio sotto al rivestimento, bisogna che esso possa esser facilmente rimosso per la necessaria pulizia

G. M.

Elettrofisica.

Ricerche su l'isteresi magnetica.

FRITZ HOLM. — *Dissertazione dottorale - Berlino, 1912.*

La ricerca è stata suggerita dai risultati di alcune misure, eseguite magnetizzando il ferro simultaneamente con corrente continua e con corrente alternativa. Invero tali risultati hanno dimostrato, che la legge empirica proposta dallo Steinmetz per la perdita di energia prodotta dall'isteresi alternativa:

$$W = \eta \left(\frac{B_1 - B_2}{2} \right)^{1,6}$$

non vale affatto, contrariamente a quanto lo Steinmetz stesso affermava, quando i valori limite B_1 e B_2 dell'induzione non siano eguali ed opposti, quando cioè la magnetizzazione non sia simmetrica.

L'A. ha sperimentato sopra anelli di lamiera, usando dapprima il metodo balistico, secondo lo schema di circuiti ed il metodo indicato da Evershed e Vignoles, mediante i quali ogni punto di un ciclo di isteresi è determinato a partire dal vertice, indipendentemente dagli altri punti. Nel caso della magnetizzazione simmetrica, sperimentando fra $B = 1.400$ e $B = 15.000$, l'A. giunge al noto risultato, che la legge empirica dello Steinmetz è approssimativamente verificata e che il coefficiente η , pur presentando un minimo ben distinto per $B = 8000$ circa, non subisce tuttavia variazioni molto notevoli. Rilevando poi alcune serie di cicli asimmetrici di diversa ampiezza, ma con un vertice comune, oppure di ampiezza costante, ma più o meno asimmetrici, l'A. constata che al crescere dell'asimmetria, cresce di molto il lavoro di isteresi. Esso può divenire tre, quattro e più volte maggiore, che quello determinato accettando la legge dello Steinmetz.

[A questo punto l'A. ritiene di poter attribuire a inesattezza di misure il fatto, da parecchi osservato, che in una famiglia di cicli di isteresi, i minori possono sporgere con il loro vertice al di fuori dei maggiori. È invece chiaro che i risultati dell'A. non potevano mettere in rilievo tale fenomeno, poichè questo non si verifica se non quando i cicli minori vengano rilevati nella condizione di regime, cioè dopo essere stati percorsi più volte. Col metodo seguito dall'A. i punti rilevati si riferiscono sempre ad un ciclo, che il materiale magnetico sta percorrendo per la prima volta. Il fatto messo in dubbio dall'A. è stato osservato con precisione da molti sperimentatori (Ewing, Lori, ecc.) e può ritenersi come sicuramente provato].

Sopra lo stesso saggio di materiale magnetico l'A. ha eseguito anche misure dinamiche, cioè con corrente alternativa. Per la magnetizzazione simmetrica,

mediante le curve di f. e. m. e di corrente, l'A. costruisce una curva $B = f(i)$ (H), che coincide perfettamente con quella dedotta dalle misure statiche e costituisce una nuova prova, che la così detta viscosità magnetica, almeno per le ordinarie frequenze, non esiste. Anche la grandezza delle perdite per isteresi, sebbene non separata per via sperimentale dalla perdita per correnti parassite (che viene calcolata con un coefficiente empirico), concorda assai bene con quella dedotta dalle misure statiche. Nella magnetizzazione asimmetrica, prodotta sovrapponendo corrente continua a corrente alternata, si verifica di nuovo il grande aumento dell'isteresi al crescere dell'asimmetria dei cicli. L'A. conclude accennando all'opportunità di definire un « lavoro specifico di magnetizzazione ciclica » in funzione di B , consistente nel lavoro di isteresi per un ciclo asimmetrico di ampiezza unitaria ΔB , compiuto intorno ad ogni singolo valore dell'induzione.

(In *The Electrician*, 1912, vol. 69, p. 345 è data una breve notizia di un lavoro analogo al precedente, pubblicato da M. Rosenbaum nel *Journal of the I. E. E.* di marzo. Ivi è detto, che la ricerca è stata intrapresa per determinare, in che modo vadano variando le perdite per isteresi in un trasformatore, per effetto dell'aggiunta di una corrente magnetizzante continua, mentre resta costante l'ampiezza della variazione del flusso. Si trova che in questo caso la perdita per isteresi cresce in modo notevole. Questo fenomeno si presenta in pratica negli « inductor alternators » e negli « static balancers »). (1).

G. V.

Il magnetismo dei magneti permanenti.

S. P. THOMPSON. — *The Electrician*, 1912 - Volume 69 pag. 452.

Accennato al molto lavoro compiuto nel campo delle ricerche magnetiche e al molto, che resta ancora da compiere (per es. alcune leghe promettentissime di F_c e C_o non sono ancora studiate), l'A. esamina gli effetti che su le proprietà dei magneti permanenti hanno: la qualità dell'acciaio, la forma e le dimensioni, il trattamento termico, il metodo di magnetizzazione, gli artifici seguiti per assicurare la stabilità del magnetismo permanente.

Un buon acciaio per magneti permanenti dovrebbe avere una magnetizzazione residua di 1000 e una forza coercitiva di 50 unità assolute. Quanto alla forma e alle dimensioni si deve rammentare che le forme allungate sono le migliori per la piccolezza del coefficiente di smagnetizzazione e per la minore sensibilità alle cause che possono modificare il magnetismo residuo. Gli effetti del trattamento termico variano con la composizione: così per esempio i punti critici di recalcrescenza sono in numero diverso e si producono a differenti temperature a seconda del percento di carbonio. Mediante esempi l'A. illustra le proprietà, fra loro assai diverse, che si possono ottenere per un medesimo materiale, a seconda della temperatura a cui fu portato, del modo come fu lasciato raffreddare e della temperatura a cui fu temperato. Quanto alla stabilità del magnetismo permanente, l'A. ricorda che i magneti allungati conservano meglio la loro magnetizzazione e che d'altro canto si sogliono « stagionare » i magneti con un riscaldamento prolungato o intermittente a temperature moderate (60°-100°) o, più efficacemente, con l'azione di campi parzialmente demagnetizzanti. (A questo riguardo vedasi:

(1) Sia lecito al recensore far notare, che uno studio identico nell'intento e nella sostanza ai due sopra riassunti e forse anche per qualche riguardo più esauriente, veniva comunicato fin dal 1910 al Congresso della Società per il Progresso delle Scienze e pubblicato negli *Atti dell'A. E. I.* (febbraio 1911).

M. Ascoli. «Sulla stabilità del magnetismo temporaneo e permanente». Nuovo Cimento gennaio 1912 e Atti dell'A. E. I., maggio 1901).

Concludendo l'A. afferma che i produttori di acciaio trascurano troppo le questioni magnetiche in confronto con quelle puramente metallurgiche. Tra le prime sarebbero ora assai degne di studio quelle che riguardano gli effetti della variazione del percento di C e della presenza di M_o o di V negli acciai al tungsteno e quelle relative agli effetti del trattamento termico.

G. V.

Misure.

Un apparecchio semplificato per misurare l'intensità di illuminazione.

CLAYTON H. SHARP e PRESTON S. MILLAR. — *Electrical World* - N. Y. - 3 agosto 1912.

Le varie parti dello strumento che andiamo a descrivere sono tutte contenute in una cassetta trasportabile: ne è esclusa soltanto una piccola batteria che può anche essere sostituita da 2 pile a secco.

Le dimensioni della cassetta sono 5, 75 x 3 x 2,25 pollici (146,11 x 76,2 x 56,15 mm): essa contiene una piccola lampada al tungsteno, già usata, a) munita di riflettore, chiusa in un compartimento il cui interno è dipinto in bianco che illumina un vetro traslucido g_1 , attraverso un mezzo diffondente g_2 : un vetro traslucido b) costituente una superficie fotometrica illuminata da a attraverso a un diaframma c regolabile; un tubo a gomito girevole, contenente una lamina trasparente destinata a ricevere il flusso luminoso da misurare che viene rinviato da uno specchio a 45°: l'apparato fotometrico simile al prisma Lummer-Brodhun: un telaio atto a limitare il fascio luminoso che colpisce l'apparato fotometrico: un reostato per regolare la lampada a: una piccola lampada a carbone, già usata completamente chiusa in un riflettore diffondente, la fronte del quale è coperta da un vetro bleu; essa è in parallelo colla a ed è regolabile con j. Essa ordinarmente non funziona ma può essere trasportata in modo da chiudere l'accesso ai raggi provenienti da e formando col suo vetro bleu una superficie fotometrica.

Metodo per assicurarsi della costanza della lampada campione. — E questa

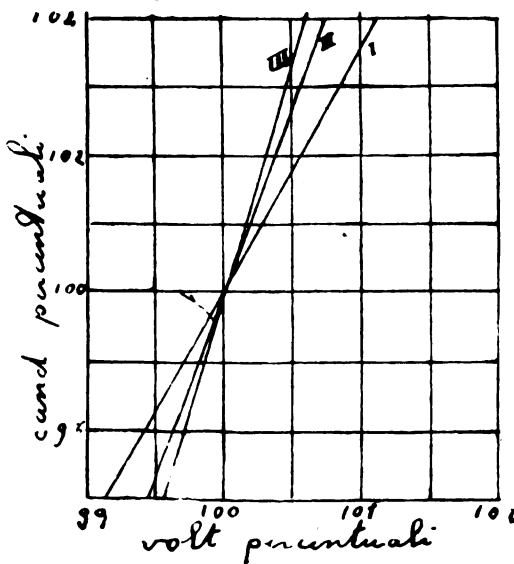


Fig. 1.

l'unica novità di questo strumento. Le curve riportate in fig. 1 rappresentano l'intensità luminosa di una lampada a tungsteno, a carbone trifilato e non, al variare della tensione applicata: esse mostrano che se 2 lampade a carbone ed al tungsteno sono in equilibrio fotometrico per una data tensione, non lo saranno più al variare di questa ultima: questa proprietà permette di regolare la tensione applicata alla lampada a mediante la lampada a carbone che è usata a bassa temperatura (la sua luce rossiccia essendo corretta dal vetro bleu) in modo da mantenerne a lungo la costanza luminosa: si tratta di vedere la sensibilità di questo modo di controllo: dalla figura si vede che quando la intensità luminosa di una lampada al tungsteno funzionante a tensione normale varia

dall'1 % in causa della variazione della tensione applicata, l'intensità di quella a

carbone varia del 2 % e più varierebbe se quest'ultima funzionasse a tensione ridotta: anche quindi tenuto conto degli errori di misura l'esattezza raggiungibile è più che sufficiente per questo genere di misure. Con questo metodo si eliminano anche gli errori dipendenti dal diverso apprezzamento dell'equilibrio fotometrico dei vari osservatori poichè ognuno regola il reostato j in base al proprio modo di vedere.

Per tarare lo strumento si illumina la lamina e con intensità note regolando il diaframma regolabile in corrispondenza alla varie intensità di illuminazione: si regola poi la corrente fornita alle 2 lampade fino ad ottenere l'equilibrio fotometrico. Sostituite ad e la lampada a carbone si determina in corrispondenza a quale apertura di c si ha l'equilibrio.

G. M.

Telegrafia e Telefonia.

Sulla determinazione del numero delle comunicazioni simultanee

(negli uffici telefonici)

per mezzo del consumo di corrente.

F. AMBROSIUS. — E. T. Z. - 25 luglio 1912.

Per il regolare funzionamento delle grandi Centrali telefoniche è della più grande importanza la determinazione del numero delle comunicazioni simultanee, e delle sue variazioni con le ore del giorno, che è l'elemento principale in base al quale si deve stabilire il numero di impiegati occorrenti in sala di commutazione.

L'A. ha pensato che doveva esistere un certo rapporto, almeno nei sistema a batteria centrale, fra il numero di comunicazioni ed il consumo totale di corrente, e si è proposto di verificare questa ipotesi presso la Centrale di Lipsia.

La fig. 1, relativa ad una giornata generica dell'anno, mostra che l'andamento

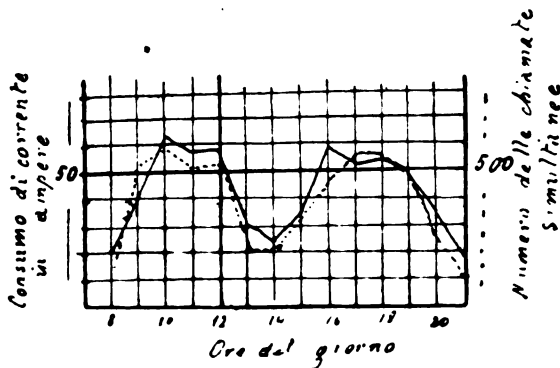


Fig. 1.

dell'intensità della corrente fornita dalla batteria e quello del numero delle comunicazioni sono realmente assai simili e presentano la ben nota forma ad M. Si noterà però che il consumo di corrente cresce alquanto meno rapidamente del numero delle comunicazioni; questo è dovuto alla circostanza che la batteria centrale fornisce corrente anche per altri servizi ausiliari (poste ausiliarie, lampade di chiamata dell'ufficio telegrafico, ecc.). Si tratta cioè di un consumo pressochè costante che si sovrappone al consumo di corrente dovuto realmente alle comunicazioni telefoniche, alterando sensibilmente i risultati, specie nelle ore di poco lavoro.

L'A. ha determinato sperimentalmente che nelle ore di massimo lavoro il consumo ausiliario raggiunge, nella Centrale di Lipsia, i 12 ampère circa; sicchè sarà più giusto paragonare il numero delle comunicazioni con l'intensità totale della corrente diminuita di 10 o 12 ampère. Si trova in tal caso che, specie per le ore di massimo lavoro, esiste un rapporto assai sensibilmente costante fra l'intensità della corrente, così diminuita, ed il numero delle comunicazioni simultanee; rapporto che oscilla assai poco intorno a 0,08 ampère che è l'intensità media occorrente appunto per ogni comunicazione, come può determinarsi sperimentalmente in modo affatto indipendente.

L'A. espone quindi il modo ovvio col quale si può determinare il numero di impiegati occorrenti nella sala di commutazione ed i turni che si debbono stabilire partendo dal diagramma del consumo totale di corrente.

U. B.

N. 6.**INDICE****dei più importanti articoli pubblicati nei periodici posseduti
dalla Biblioteca Centrale**

(Vedi elenco delle abbreviazioni usate per i periodici a pag. 93 del fascicolo 1.º)

Accumulatori e pile.

- *Accumulatori stazionari e trasportabili.* — H. BECKMANN. — (Riv. tec. d'el., 26 settembre 1912, N. 1588, pag. 206).

Argomenti diversi.

- *Su di una esperienza da lezione relativa al moto dei fluidi nei condotti.* — U. BORDONI. — (N. C. luglio 1912, Vol. IV, N. 7, pag. 5).
- *Una determinazione in misura assoluta della potenza irradiata dal « corpo nero ».* — L. PUCCIANI. — (N. C. luglio 1912, Vol. IV, N. 7, pag. 31).
- *Dighe di sbarramento a carico frazionato.* — P. RUTENBERG. — (Riv. tec. d'el., 25 luglio 1912, N. 1579, pag. 52).
- *Contributo allo studio delle correnti vaganti.* — G. REVESSI. — (Riv. tec. d'el., 8 agosto 1912, N. 1581, pag. 91).
- *Infortuni elettrici.* — L. ZACON. — (Riv. tec. d'el., 26 settembre 1912, N. 1588, pag. 196).
- *Sulle dighe di ritenuta a diaframmi a carico decrescente.* — G. GANASSINI. — (Riv. tec. d'el., 3 ottobre 1912, N. 1589, pag. 213).
- *L'eliminazione delle fumane.* — G. BREZZI. — (Riv. tec. d'el., 3 ottobre 1912, N. 1589, pag. 220).
- *La combustione catalitica e le sue applicazioni industriali.* — A. BERTHIER. — (Lum. El., 24 agosto 1912, Vol. XIX, N. 34, pag. 236).
- *La sintesi del caoutchouc.* — A. TROLLER. — (Lum. El., 7 settembre 1912, Vol. XIX, N. 36, pag. 291).

Applicazioni diverse.

- *Sull'arrenire industriale dell'elettromagnete per sollevamento.* — A. REISSET. — (Lum. El., 17 agosto 1912, Vol. XIX, N. 33, pag. 200).
- *Il dragaggio elettrico nei giacimenti auriferi.* — H. MARCHAND. — (Cos. P., 8 agosto 1912, Vol. 61, N. 1737, pag. 153).
- *L'elettricità nei lavori di scavo.* — H. MARCHAND. — (Ind. El., P., 25 settembre 1912, Vol. 21, N. 498, pag. 415).
- *L'elettricità nell'industria del cemento Portland.* — F. C. E. BURNETT. — (Am. Inst. E. E., settembre 1912, Vol. 31, N. 9 pag. 1817).

Elettrochimica ed elettrotermica.

- *Il costo dell'elettrolisi dei cloruri alcalini.* — V. ENGELHARDT. — (Riv. tec. d'el., 8 agosto 1912, N. 1581, pag. 84).

Elettrofisica.

- *L'emissione di ioni ed elettroni da una scintilla nell'aria rarefatta e le rotazioni ionomagnetiche.* — A. RIGHI. — (N. C., luglio 1912, Vol. 4, N. 7, pag. 40).
- *Sul comportamento del tungsteno trafilato sotto l'azione della temperatura e delle vibrazioni.* — D. SCARPA. — (N. C., agosto 1912, Vol. 4, N. 8, pag. 111).
- *Sul magnetismo susseguente del ferro.* — A. BERNINI. — (N. C., agosto 1912, Vol. 4, N. 8, pag. 133).
- *Sui potenziali corrispondenti alla legge esponenziale dell'attrazione.* — C. ZEDDA. — (N. C., agosto 1912, anno 58°, N. 8, pag. 144).
- *Sulla isteresi magnetica.* — E. MARINI. — (N. C., agosto 1912, anno 58°, N. 8, pag. 155).
- *Ricerche spettrali sull'arco fra carboni a piccole pressioni.* — M. LA ROSA. — (N. C., agosto 1912, anno 58°, N. 8, pag. 172).
- *Sulla forza elettromotrice di contatto fra due metalli.* — G. GUGLIELMO. — (N. C., agosto 1912, anno 58°, N. 8, pag. 101).
- *Propagazione delle sovratensioni oscillatorie.* — G. CAMPOS. — (Riv. tec. d'el., 22 agosto 1912, N. 1583, pag. 123).
- *Sulla conduttività dell'elettricità al contatto di corpi diversi.* — D. H. GODDARD. — (Ph. Rev., N. Y., giugno 1912, Vol. 34, N. 6, pag. 423).
- *Un metodo elettrico per la misura di piccoli intervalli di tempo.* — F. C. BROWN. — (Ph. Rev., N. Y., giugno 1912, Vol. 34, N. 6, pag. 452).
- *Relazioni fra le proprietà magnetiche e elastiche di alcune leghe di ferro-carbonio.* — C. W. WAGGONER. — (Ph. Rev., N. Y., luglio 1912, Vol. 35, N. 1, pagina 58).
- *La conduttività elettrica delle leghe Bismuto-Tallio.* — A. E. WHITFORD. — (Ph. Rev., N. Y., agosto 1912, Vol. 35, N. 2, pag. 144).
- *Formola assoluta per l'induttanza reciproca di solenoidi coassiali.* — G. R. OLSHAUSEN. — (Ph. Rev., N. Y., agosto 1912, Vol. 35, N. 2, pag. 148).

Illuminazione.

- *Resistenza dei filamenti metallici nelle lampade ad incandescenza.* — F. MARRE. — (Cos. P., 12 settembre 1912, Vol. 61, N. 1442, pag. 288).
- *Illuminazione indiretta.* — A. BAINVILLE. — (Ind. El., 10 settembre 1912, Vol. 21, N. 497, pag. 400).
- *Il valore di una buona illuminazione per evitare disgrazie.* — L. GASTER. — (Ill. Eng., L., luglio 1912, Vol. 5, N. 7, pag. 337).
- *La determinazione del colore delle sorgenti d'illuminazione artificiali.* — W. VOEGE. — (Ill. Eng., L., agosto 1912, Vol. 5, N. 8, pag. 370).
- *Il problema dei colori nell'illuminazione.* — T. THORNE BAKER. — (Ill. Eng., L., luglio 1912, Vol. 5, N. 7, pag. 356).
- *Per correggere la lampada Hefner.* — F. K. RICHTMYER. — (Ill. Eng., L., agosto 1912, Vol. 5, N. 8, pag. 397).
- *L'illuminazione nei tempi antichi.* — J. W. JOHNSTON. — (Ill. Eng., L., agosto 1912, Vol. 5, N. 8, pag. 387).
- *Nuovo apparecchio fotometrico.* — S. A. RUMI. — (Ill. Eng., L., settembre 1912, Vol. 5, N. 9, pag. 415).

- *Sensibilità alla luce delle celle al selenio.* — A. H. PFUND. — (Ill. Eng., L., settembre 1912, Vol. 5, N. 9, pag. 414).
- *La migliorata efficienza delle lampade al tungsteno.* — A. LIBESNEY. — (Ill. Eng., L., settembre 1912, Vol. 5, N. 9, pag. 435).
- *Nuova lampada a vapori di mercurio.* — J. POLE. — (Ill. Eng., L., ottobre 1912, Vol. 5, N. 20, pag. 474).
- *Prove con illuminazione a petrolio.* — A. GUISELIN. — (Ill. Eng., L., ottobre 1912, Vol. 5, N. 10, pag. 453).
- *Contrasto di colori simultanei.* — F. W. EDRIDGE-GREEN. — (Ill. Eng., L., ottobre 1912, Vol. 5, N. 10, pag. 464).

Impianti.

- *Sopra un apparecchio per la protezione delle linee secondarie contro i pericoli delle sovratensioni.* — V. ARCIONI. — (Riv. tec. d'el., 11 luglio 1912, N. 1577, pagina 21).
- *Dei mezzi di protezione contro la rottura dei conduttori aerei ad alta tensione.* — V. BARASSI. — (Riv. tec. d'el., 11 luglio 1912, N. 1577, pag. 28).
- *Su di un dispositivo di protezione contro le sovratensioni pericolose.* — E. COMOLLI. — (Riv. tec. d'el., 25 luglio 1912, N. 1570, pag. 54).
- *Sulla commutazione.* — MENGES. — (Lum. El., 10 agosto 1912, Vol. 19, N. 32, pagina 168).
- *Cronaca delle centrali.* — J. REYVAL. — (Lum. El., 24 agosto 1912, Vol. 19, N. 34, pag. 227).
- *L'elettricità per il comando dei laminatoi.* — A. REISSET. — (Lum. El., 21 settembre 1912, Vol. 19, N. 38, pag. 359).
- *I limitatori di corrente.* — BERTHIER. — (Cos. P., 8 agosto 1912, Vol. 61, N. 1437, pag. 148).
- *Procedimenti per la ventilazione e la refrigerazione degli impianti elettrici.* — H. MARCHAND. — (Ind. El. P., 10 settembre 1912, Vol. 21, N. 497, pag. 397).

Motori elettrici.

- *Locomotori a corrente monofase.* — W. KUMMER. — (Riv. tec. d'el., 5 settembre 1912, N. 1585, pag. 153).
- *Confronto fra i motori sincroni ed i motori ad induzione a piccola velocità.* — HENRY. — (Ind. El. P., 10 settembre 1912, Vol. 21, N. 497, p. 401).

Radiotelegrafia e radiotelefonia.

- *Sull'emissione di onde elettromagnetiche di un'antenna per telegrafia senza fili.* — C. GUTTON. — (Lum. El., 17 agosto 1912, Vol. 19, N. 33, pag. 195).
- *La stazione radiotelegrafica e radiotelefonica di Seattle.* — H. MARCHAND. — (Cos. P., 25 luglio 1912, Vol. 61, N. 1435, pag. 90).

Telegrafia, telefonia e segnalazioni.

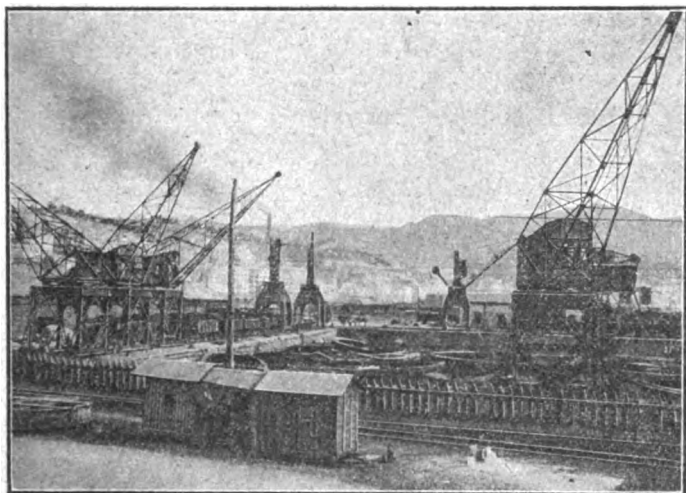
- *Sulla telefonia a grande distanza.* — G. DI PIRRO. — (Riv. tec. d'el., 26 settembre 1912, N. 1588, pag. 200).
- *Trasmissione di fotografie ed immagini a distanza, sistema Marino.* — A. MARINO. — (Lum. El., 31 agosto 1912, Vol. 19, N. 35, pag. 26f).

Trazione.

- *Trazione monofase e trazione trifase.* — G. CALZOLARI. — (Riv. tec. d'el., 29 agosto 1912, N. 1584, pag. 131).
- *Il comando elettrico degli scambi.* — J. SIMEY. — (Lum. El., 13 agosto 1912, Vol. 19, N. 28, pag. 35).
- *La ferrovia metropolitana di Amburgo.* — G. CUVILLIER. — (Lum. El., 20 luglio 1912, Vol. 19, N. 29, pag. 67).
- *L'elettrificazione nel suburbio occidentale* (Parigi. — J. REYVAL. — Lum. El., Vol. 19, N. 35, 31 agosto 1912, pag. 259).
- *L'elettrificazione delle ferrovie nelle vicinanze di Budapest.* — J. FISCHER DE TOVAROS. — (Lum. El., 7 settembre 1912, Vol. 19, N. 36, pag. 294).
- *I mezzi di trasporto comuni nelle città moderne.* — G. CUVILLIER. — (Lum. El., 14 settembre 1912, Vol. 19, N. 37, pag. 323).
- *L'elettrificazione delle ferrovie di Rjukanfos.* — F. MARGUERRE. — (Lum. El., 28 settembre 1912, Vol. 19, N. 39, pag. 387).

SOCIETA' NAZIONALE OFFICINE DI SAVIGLIANO

Direzione, Via Genova 23, Torino — Officine in Savigliano e Torino



COSTRUZIONI

METALLICHE

MECCANICHE

ELETTRICHE

ED

ELETTRO-MECCANICHE

MATERIALE

FISSO E MOBILE

PER FERROVIE

E TRAMVIE

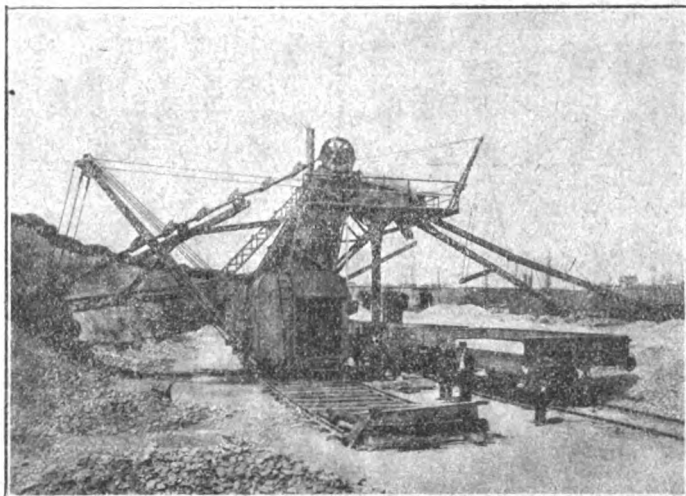
A VAPORE

ED ELETTRICHE

CABESTANS

SCAVATORI

DRAGHE, ECC.



Rappresentanze:

VENEZIA: Castello, Calle dietro la Chiesa di S. Giovanni Novo, 4439.

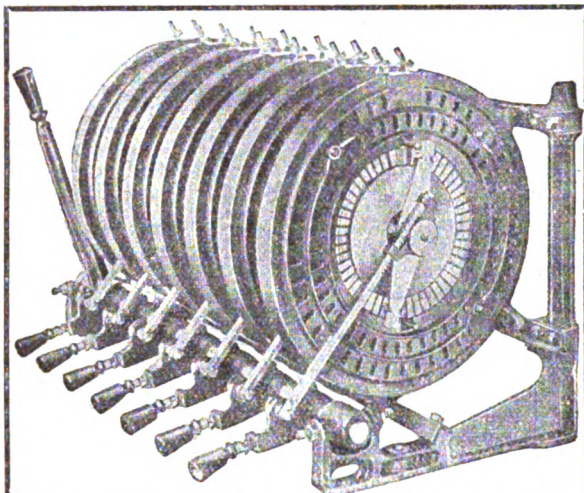
ROMA . . : Ing. **Giulio Castelnovo** — Via Sommacampagna, 15.

GENOVA : Sigg. **A. M. Pattono e C.** — Via Caffaro, 17.

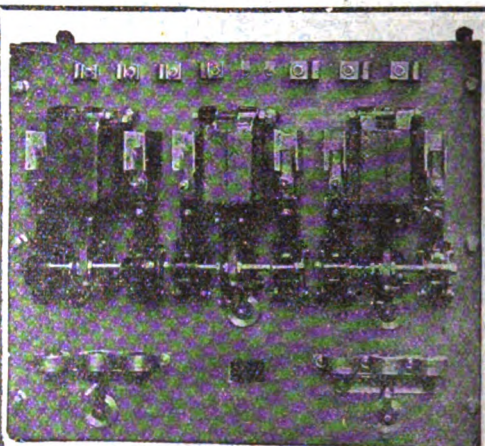
MILANO : Ing. **Lanza & C.** — Via Senato, 28.

Reostati - Avviatori - Regolatori

a mano ed automatici



Regolatore di luce per scena
a manovra per elementi e simultanea



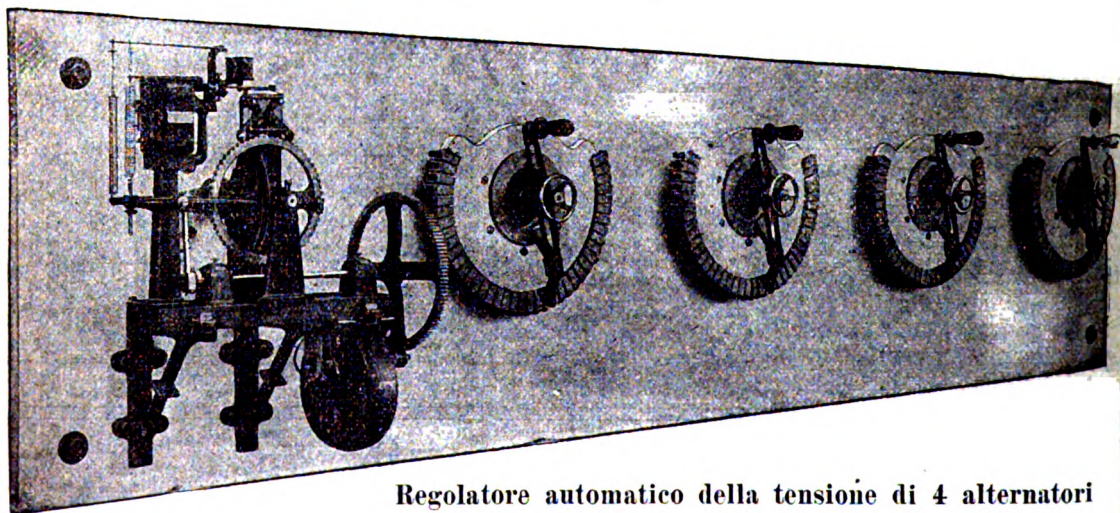
Avviatore automatico
per motore trifase comandante
una pompa centrifuga

Ing. S. BELOTTI & C. - MILANO

Telefono: 73-03

Corso P. Romana, 76-78

Telegrafo: INGBELOTTI



Regolatore automatico della tensione di 4 alternatori

REGOLATORI THURY-CUENOD

a regolazione istantanea per i più svariati casi di regolazione
di macchine e linee elettriche

Pubblicazione mensile.

Conto Corrente con la Posta.

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

UFFICIO CENTRALE

Telefono 20-86

Telegrammi ASSELITA

MILANO, Via S. Paolo, 10

Eretta in Ente Morale il 3 Febbraio 1910.

Premiata con: Diploma di benemerita all'Esposizione di Como nel 1885 — Gran Premio all'Esposizione di Saint Louis nel 1904 — Gran Premio all'Esposizione di Brescia nel 1910.

INDICE.

N. 1. Résumé des Conférences et des Communications contenues dans la présente livraison.	Pag. 915
» 2. Presentazione del busto di Giuseppe Henry, donato dall'American Institute of Electrical Engineers — Discorso del Presidente Generale Prof. F. LORI pronunciato alla XVI Riunione annuale, Genova 1912	» 917
» 3. A proposito degli studi governativi per la modificazione della tassa di consumo sull'energia elettrica per luce e riscaldamento — Commento al secondo gruppo dell'ordine del giorno dell' A. E. I. 18 gennaio 1912. — Relazione della Commissione speciale composta dai Soci: ETTORE CONTI, LORENZO FERRARIS, ANGELO BIANCHI relatore	» 927
» 4. L'ordinamento degli studi scientifici e tecnici che conducono al diploma di ingegnere — Relazione del Prof. F. LORI fatta alla XVI Riunione 1912	» 933
» 5. Sull'uso del wattmetro dinamometrico a frequenze elevate — Comunicazione del Socio ALBERTO DINA, presentata alla Sezione di Palermo	» 945
» 6. XVI. ^a Riunione annuale dell' A. E. I.:	
— Programma	» 960
— Verbale del Consiglio Generale	» 962
— Verbali Sedute	» 964
— Bilanci	» 980
— Cronaca della Riunione	» 984
» 7. Verbali delle Sezioni.	» 987
» 8. Recensioni	» 988
Applicazioni diverse: K. HEUMANN - Sul comando elettrico delle macchine da cuoio.	
K. SIEGL - I condensatori elettrolitici e il loro impiego per sopprimere le scintille di apertura.	
Illuminazione: M. WOLFFE - Una nuova lampada a vapori metallici.	
Impianti: ALFRED STILL - Pali in calcestruzzo armato per trasmissioni aeree.	
Riscaldamento elettrico: A. RITTERSHAUSEN - Gli accumulatori di calore elettrici.	
» 9. Indice dei più importanti articoli pubblicati nei periodici	» 994
Pubblicità Industriale	da I a XII e da XIII a XX

Le riviste che desiderano riprodurre qualcuno degli articoli qui stampati sono pregati di indicare che sono presi dagli Atti della A. E. I.

PROPRIETÀ LETTERARIA



MILANO

Stabilimenti Grafici STUCCHI, CERETTI & C.
16, Via S. Damiano — Via Vittadini, 5

1912

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

UFFICIO CENTRALE

MILANO - 10 - Via S. Paolo - 10 - MILANO

CONSIGLIO GENERALE

PRESIDENZA 1912-1914

Presidente LORI Prof. Ing. FERDINANDO — Padova;
Vici-Presidente BATTELLI On. Prof. ANGELO, Roma — LOMBARDI Prof. Ing. LUIGI, Napoli —
SEMENZA Ing. GUIDO, Milano;
Segretario Generale PARVOPASSU Ing. Prof. CARLO, Padova;
Vice-Segretario Generale BIANCHI Ing. ANGELO, Milano;
Cassiere BARBAGLIATA Prof. Ing. ANGELO, Milano.

Consiglieri rappresentanti le Sezioni per il 1912.

BOLOGNA — Amaduzzi Prof. Lavoro, *Presidente* — Raffi Ing. Pasquale;
CATANIA — Fusco Ing. Francesco, *Presidente* — Carnazza On. Gabriello — Tricomi Ing. Bonaventura;
GENOVA — Rumi Prof. Ing. Cav. Uff. A. Sereno, *Presidente* — Königsheim Ing. Sigismundo — Pugliese Ing. Augusto
LIVORNO — Vivarelli Prof. Aristide, *Presidente* — Lodolo Ing. Cav. Alberto;
MILANO — Panzarasa Ing. Alessandro, *Presidente* — Bertini Ing. Angelo — Civita Ing. Domenico — Conti Ing.
Comm. Ettore — Danioni Ing. Filippo — Fenzi Ing. Feuzo — Gadda Ing. Giuseppe — Jona Ing. Emanuele
— Motta Ing. Giacinto — Stucchi Prinetti Ing. Luigi — Vannotti Ing. Ernesto;
NAPOLI — Lombardi Prof. Luigi, *Presidente* — Bonghi Cav. Ing. Mario — Curti Ing. Cav. Camillo Albino —
Granafel Ing. Aslan — Vallauri Ing. Giancarlo.
PADOVA — Amati Ing. Giuseppe, *Presidente* — Milani Ing. Cav. Paolo;
PALERMO — Dina Prof. Ing. Alberto, *Presidente* — Buttafatti Ing. Gaetano;
ROMA — Del Buono Ing. Ulisse, *Presidente* — Ascoli Cav. Prof. Moisè — Majorana Prof. Comm. Quirino —
Mengarini Comm. Prof. Guglielmo — Piola Prof. Francesco;
TORINO — Tedeschi Comm. Inz. Vittorio, *Presidente* — Grassi Comm. Prof. Guido — Jervis Ing. Tommaso —
Ferraris Ing. Prof. Lorenzo — Guagno Ing. Enrico.

CONSIGLI DELLE SEZIONI.

BOLOGNA, Via Pietrafitta, 11 — *Presidente*: Amaduzzi Prof. Lavoro; *Vice-Pres.*: Donati Ing. Alfredo; *Segretario*: Palagi Ing. Torquato; *Cassiere*: Gasparini Ing. Cleto; *Consiglieri*: Calzoni Ing. Adolfo, Cesari Ing. Ettore, Mantegazzini Ing. Giovanni, Novi Cav. Ing. Michelangelo.

CATANIA, Via Euplio, 56 — *Pres.*: Fusco Ing. Cav. Francesco; *Vice-Pres.*: Boggolera Prof. Enrico; *Segretario*: Battaglia Ing. Mario; *Cassiere*: Canzonieri Ing. Domenico; *Consiglieri*: Colaciuri Ing. Profess. Vincenzo, Fichera Ing. G. B., D'Amico Ing. Prof. Giuseppe, Tonkowitz Ing. Francesco

GENOVA, Via Interiano, 3-6 — *Pres.*: Rumi Prof. Ing. A. Sereno; *Vice-Pres.*: Ronco Prof. Ing. Nino; *Segretario*: Anzoni Ing. Giovanni; *Cassiere*: Cappellini Cav. Vittorio; *Consiglieri*: Garibaldi Ing. Prof. Cesare, Galliano Ing. Salvatore, Dossmann Ing. Gustavo, Pieggio Ing. Carlo.

LIVORNO, Via Scali del Pesce, 2 — *Presidente*: Vivarelli Prof. Aristide; *Vice-Pres.*: Rosselli Ing. Cav. Angelo; *Segretario*: Dalmedico Ing. Gustavo; *Cassiere*: Catani Ing. Gualberto; *Consiglieri*: Vespignani Cav. Giuseppe, Vivarelli Ing. Virginio.

MILANO, Via S. Paolo, 10 — *Pres.*: Panzarasa Ing. Alessandro; *Vice-Pres.*: Merizzi Ing. Giacomo; *Segretario*: Campos Ing. Gino; *Cassiere*: Bianchi Ing. Angelo; *Consiglieri*: Arcioni Ing. Vittorio, Brioschi Ing. Franco, Belluzzo Ing. Prof. Giuseppe — Carcano Ing. E. Francesco — Piazzoli Ing. Emilio.

NAPOLI, Via Chiaia, 216 — *Presidente*: Lombardi Prof. Luigi; *Vice-Pres.*: Pizzuti Ing. Michele; *Segr.*: Massari Ing. Marino; *Cassiere*: Saggese Ing. Achille; *Consiglieri*: Boubée Prof. Comm. F. C. Paolo, Ferrari Ing. Carlo, Indaco Prof. Vincenzo, Liguori Ing. Pirro, Ragno Prof. Saverio, Ruffolo Ing. Francesco.

PADOVA, Via Dante, 38 — *Presidente*: Amati Ing. Giuseppe; *Vice-Pres.*: Lori Prof. Ing. Ferdinando; *Segr.*: Levi Da Zara Dott. Mario; *Cassiere*: Turazza Prof. Giacinto; *Consiglieri*: Corinaldi Ing. Amedeo, Carazzolo Ing. Giuseppe.

PALERMO, Via Maqueda, 175 — *Presidente*: Dina Ing. Prof. Alberto; *Vice-Pres.*: Pagliani Prof. Cav. Stefano; *Segretario*: Santangelo Ing. G. Battista; *Cassiere*: Masticchi Prof. Felice; *Consiglieri*: Arena Prof. Ing. Oreste, Orvaza Prof. Ing. Elia.

ROMA, Via delle Muratte, 70, (Palazzo dei Sabini) — *Presidente*: Del Buono Ing. Ulisse; *Vice-Pres.*: Revessi Ing. Prof. Giuseppe; *Segretario*: Carletti Ing. Aurio; *Cassiere*: Lattes Comm. Ing. Orest.; *Consiglieri*: Biagini Ing. Augusto, Bordoni Ing. Prof. Ugo, Corbino Prof. O. Mario, Di Pirro Comm. Prof. Giovanni, Fano Ing. Guido, Faranda Cav. Ing. Alberto.

TORINO, Galleria Nazionale — *Pres.*: Tedeschi Comm. Ing. Vittorio; *Vice-Presidente*: N. N.; *Segretario*: Ing. Palestino Carlo; *Cassiere*: Luino Andrea; *Consiglieri*: Bisazza Ing. Cav. Giuseppe, Forster Ing. Paolo, Megardi Ing. Giuseppe, Rossi Prof. Andrea, Trasciatti Ing. Cav. Angelo, Valabrega Ing. Raffaele.

Presidenti antecedenti:

Prof. Comm. Galileo Ferraris (dal 27 Dicembre 1896 al 7 Febbraio 1897)
— Prof. Comm. Giuseppe Colombo (1897-1899) — Prof. Comm. Guido Grassi (1900-1902).
Prof. Comm. Moisè Ascoli (1903-1905) —
Ing. Cav. Emanuele Jona (1906-1908) — Ing. Prof. Luigi Lombardi (1909-1911).

MEMBRI DEL COMITATO DI REVISIONE DELLE NORME.

Prof. Ing. Lori Ferdinando, *Presidente* — Ing. Fano Guido — Ing. Prof. Ferraris Lorenzo — Ing. Giacinto Motta — Ing. Pontiggia Luigi — Ing. Salvadori Riccardo — Ing. Bonghi Mario (Napoli) — Ing. Carazzolo Giuseppe (Padova) — Ing. Dal Medico Gustavo (Livorno) — Ing. Del Buono Ulisse (Roma) — Prof. Dina Alberto (Palermo) — Ing. Jona Emanuele (Milano) — Ing. Königsheim Sigmund (Genova) — Prof. Majorana Quirino (Roma) — Ing. Marieni Salvatore (Bologna) — Ing. Morelli Ettore (Cons. Gen.) — Ing. Raffi Pasquale (Bologna) — Ing. Semenza Guido (Cons. Gen.) — Ing. Soleri Elvio (Torino) — Ing. Trossarelli Ottavio (Torino) — Ing. Uti Giuseppe (Napoli) — Ing. Vannotti Ernesto (Milano) — Ing. Vismara Emirico (Catania).

ATTI

DELL'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

Ufficio Centrale: MILANO

N. 1.

RÉSUMÉ DES CONFÉRENCES ET DES COMMUNICATIONS CONTENUES DANS LA PRÉSENTE LIVRAISON

Prof. F. LORI — **Présentation du buste de Joseph Henry, donné par l'American Institute of Electrical Engineers.**

E. CONTI, L. FERRARIS, A. BIANCHI *relateur* — **Remarques sur le second groupe de subordonnées à l'ordre du jour de l'A. E. I. - 18 Janvier 1912.**

Le Gouvernement Italien a nommé une Commission dans le but d'étudier d'éventuelles modifications à la taxation actuelle sur l'énergie électrique pour éclairage et chauffage.

L'A. E. I. par son ordre du jour 8 Janvier proposa de substituer à cette dernière, une taxation sur les corps d'illumination.

L'A. E. I. pour le cas que le gouvernement n'accepterait pas un tel changement, a demandé, qu' on modifie la loi actuelle d'après quelques principes qui sont illustrés dans la présente communication.

Prof. F. LORI — **L'éducation de l'élève ingénieur.**

L'A., qui est professeur d'électrotechnique et directeur de l'école d'application des ingénieurs à Padoue, traite de l'importante question de l'éducation des élèves ingénieurs.

Il se propose de discuter les points suivants:

- 1) Quelle doit être l'instruction secondaire de l'élève ingénieur.
- 2) L'extension et la méthode de l'enseignement des matières scientifiques (mathématiques, physique, chimie):
- 3) La limite des spécialisations:
- 4) L'extension et la méthode de l'enseignement technique en relation avec la pratique professionnelle.

Les réponses, que l'A. donne sont les suivantes:

1) L'instruction secondaire préparatoire aux écoles des ingénieurs doit être classique. L'A. définit aussi cette instruction classique. Le mot « classique » se rapporte à la méthode plus qu'au choix des matières.

On peut faire un enseignement classique ainsi des langues modernes que des langues anciennes. Méthode classique est celle que ne limite pas l'extension et le choix des arguments au résultat positif immédiat auquel l'on doit arriver avec les moyens plus simples (savoir écrire, parler une langue, savoir

exécuter des manipulations mathématiques, physiques etc.), mais celle, qui prépare l'élève à la culture supérieure, qui s'appuie sur des bases philosophiques et générales. L'A. est d'avis que l'ingénieur, qui a suivi les cours classiques, soit mieux préparé aux fonctions directives et à l'entrée dans les plus hautes classes sociales, et qu'il a plus de moyens pour vivre une vie heureuse avec le confort des amusements intellectuels.

2) Une liaison complète doit être établie entre les enseignements supérieurs des matières scientifiques, et ceux des matières techniques. Les enseignements scientifiques doivent être distribués en toutes les années du cours, réservant pour les années supérieures quelque cours monographique général. p. e. un cours sur les mouvements vibratoires, pour empêcher que les élèves soient trop chargés de matières théoriques pendant les premières années, et les oublient pendant les années supérieures et pour donner place dans les premières années à quelque matière technique comme le relèvement des terrains, qui amuse les élèves et qui leur permet de commencer l'envisagement des questions pratiques. Les cours scientifiques doivent être spéciaux pour les élèves ingénieurs, pas génériques pour plusieurs classes d'étudiants.

3) L'A. est contraire aux spécialisations. Il accepte seulement la division des ingénieurs en trois branches; civils, industriels, architectes. Il désire que chaque élève dans la dernière année de son cours soit libre de choisir les matières techniques, dans lesquelles il se propose de se spécialiser.

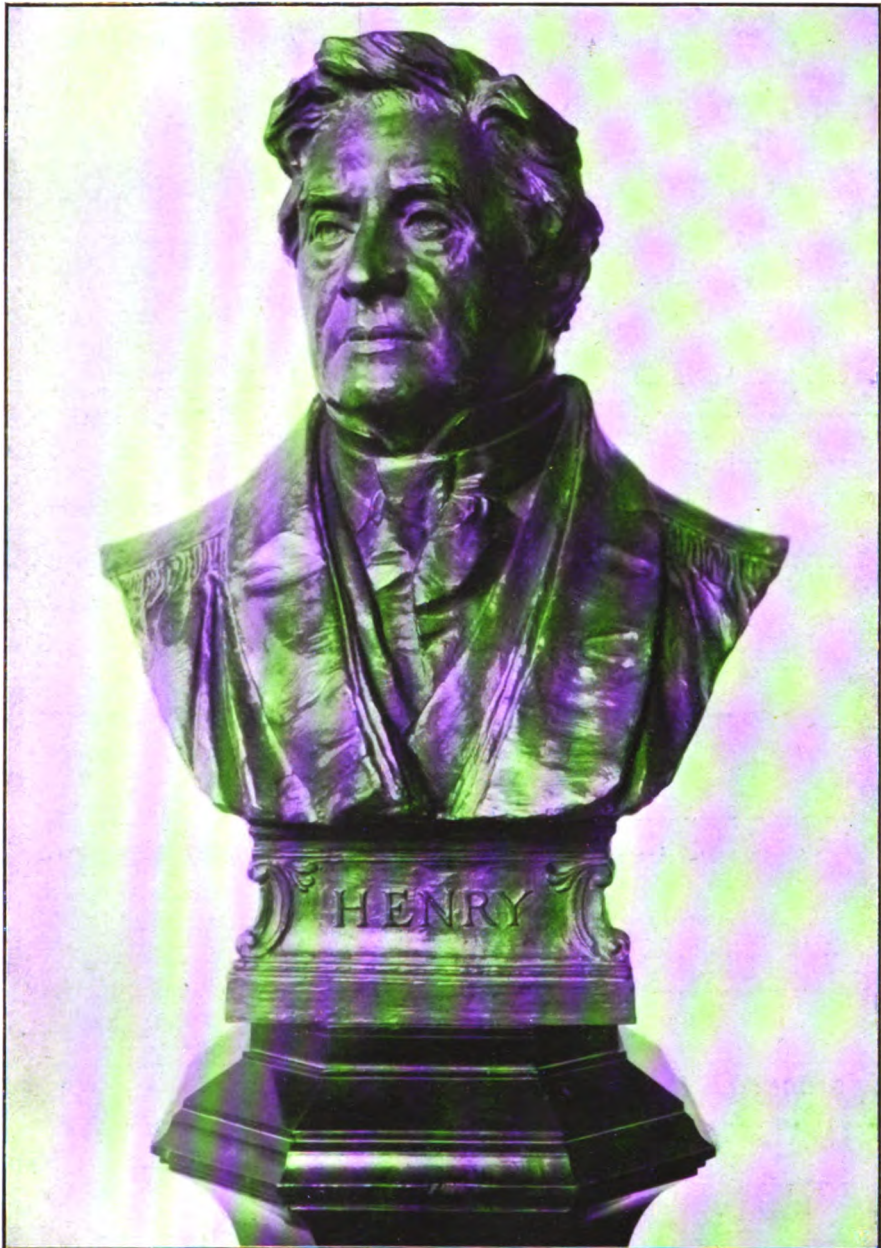
4) Dans l'école une pratique complète des ingénieurs comme on fait pour les médecins, est impossible. L'A. propose que chaque élève, avant d'obtenir le diplôme, soit accepté pour une période d'au moins six mois chez un établissement technique d'Etat (Genié civil, mines etc.) pour de la vraie pratique dans une branche choisie par lui.

Le mémoire contient aussi une discussion préliminaire sur la signification du mot « ingénieur ». L'A. croit que beaucoup des travaux que les ingénieurs font en Italie devraient être accomplis par des experts licenciés des écoles secondaires. L'ingénieur doit être employé seulement pour des travaux qui exigent une culture supérieure et dans lesquels un esprit directif est nécessaire. A ce but; l'A. demande que soit augmenté le nombre des écoles secondaires techniques, qui à différence des écoles supérieures doivent être spécialisées et que soit augmentée la difficulté de l'enseignement supérieur auquel on doit admettre seulement les plus fortes intelligences.

A. DINA. — Sur l'emploi du wattmètre dynamométrique à des fréquences élevées.

L'auteur développe pour un wattmètre dynamométrique à lecture directe des formules, qui font ressortir l'influence exercée à des fréquences élevées par la selfinduction de la bobine mobile et son induction mutuelle avec la bobine fixe, soit pour une tension sinusoidale que pour une tension de forme quelconque.

Ensuite il indique et discute plusieurs artifices, qui ont pour but d'éliminer ou de corriger les deux erreurs considérées, plus simplement qu'en appliquant les formules générales.



JOSEPH HENRY.

N. 2.

PRESENTAZIONE DEL BUSTO DI GIUSEPPE HENRY
DONATO DALL' AMERICAN
INSTITUTE OF ELETRICAL ENGINEERS

Discorso del Presidente Generale Prof. F. LORI

Colleghi,

Ho l'onore di presentarvi il busto di Giuseppe Henry, offertoci dall'American Institute of Electrical Engineers. Esso fu consegnato dal suo Presidente al nostro Collega ing. Filippo Torchio, che rappresentava la nostra Associazione, il 21 dello scorso maggio, in occasione della riunione annuale dell'Istituto Americano. In quella seduta il Collega Americano Dott. M. I. Pupin lesse un magnifico discorso: « Il nostro debito verso Henry come scienziato ». Io rinnovo in quest'occasione a questi egregi Colleghi ed all'Istituto Americano i nostri più vivi ringraziamenti.

La figura ci giunge dall'altra sponda dell'Oceano, dove Henry, oriundo Scozzese, per vicende di famiglia, ebbe i natali, e dove visse l'intera vita, e compì tutto il suo lavoro e tutto il suo apostolato scientifico. Essa ci giunge per la squisita cortesia dell'Istituto Americano, al quale ormai ci legano tanti vincoli di fratellanza, che la distanza scompare dal nostro pensiero, quando esso si rivolge a Lui. Per questo titolo l'offerta sarà accolta con la maggiore simpatia.

L'Uomo, del cui volto vigoroso abbiamo dinanzi i lineamenti, scolpiti con mano maestra dal Sig. Adam, nel meraviglioso periodo delle conquiste del pensiero umano, che si estende attraverso i primi tre quarti del secolo passato, ha lasciato orme incancellabili. Veramente Egli seminò e raccolse in molti campi; ma, poichè dal ramo delle discipline elettriche spiccò le frondi più verdi della sua corona, noi possiamo vantare il diritto di chiamarlo un elettricista e di rendergli onore. Perciò con profonda ammirazione ci inchineremo dinanzi a questo busto.

Pari alle virtù scientifiche di Giuseppe Henry furono quelle civili, che lo resero amato in vita, largamente compianto in morte, che lo ispirarono nel rendere in ogni caso e senza alcun interesse personale i propri servigi al Paese, che gli concessero di vivere e trapassare serenamente col conforto di semplice pura profonda fede Cristiana. Il Collega Pupin, nel discorso cui ho accennato dianzi, ha voluto e potuto chiamarlo « modesto come un angelo e disinteressato come un santo », e noi perciò anche di ossequio devoto cir- conderemo sempre il prezioso ricordo.

★★

Henry visse dal 1799 al 1878. Egli potè iniziare i suoi lavori appena chiuso il periodo eroico della nostra scienza, quando dell'edifizio, che doveva colmare il mondo di trasformazioni di benefizi di meraviglie, erano gettate le grandi fondamenta.

Infatti già dal 1799 Alessandro Volta aveva costruito la pila in base al suo principio delle forze elettromotrici di contatto, da lui qualche anno prima con lungo lavoro scoperto, e dinanzi alle critiche assediatrici del grande avversario definitivamente affermato:

« Etiam si tandem electricitas haec animalis, quam Galvanus tuetur, iterum evanescat, stabit tamen incomparabilis ac miranda fibrarum, praecipue nervearum, excitabilitas, ope stimuli electrici. Ex altera quoque parte remanebit novum electricitatis artificialis principium, a me detectum, quod maximam huic scientiae lucem afferre potest, nempe vis ac virtus metallorum et carbonis concitandi atque pellendi fluidum electricum, ope simplicis contactus cum corporibus quibuscumque humidis ac per hanc ipsorum qualitatem deferentibus; id quod certis experimentis extra corpora animalia institutis confirmavi ».

Ottenuto il generatore della corrente elettrica, in breve tempo furono scoperte le sue principali proprietà, tranne una, quella di gran lunga più feconda e quella su cui dovevano essere fondati anche i più importanti lavori di Henry. Ci è lecito dire che la Natura ha voluto conservare più gelosamente custodito il segreto, per la cui conoscenza doveva poi in pochi lustri la scienza fisica essere rinnovata. Infatti, soltanto venti anno dopo, nel 1819, Oersted vide l'ago magnetico deviare per virtù della corrente elettrica, e nel 1820 scrisse la sua memoria classica:

« Experimenta circa effectum conflictus electrici in acum magneticum ».

Non si può dire se il sentimento dell'importanza del fenomeno scoperto lo indusse ad usare per la corrente elettrica un nome diverso da quello, che essa aveva ricevuto dai suoi primi scopritori, e le era stato conservato ormai da oltre un ventennio, che le fu poi restituito definitivamente, ed al quale la più recente concezione dell'elettricità ha assicurato anche un valore filosofico; oppure a ciò fu indotto da una profetica visione delle scoperte ulteriori, delle quali del resto alcune frasi dell'opuscolo potrebbero essere considerate come il vaticinio; voglio accennare al campo del fenomeno, cui si

dà origine riunendo i poli della pila con un filo conduttore, il quale, lungi dall'essere costretto entro gli angusti confini di questo, invade e perturba tutto lo spazio circostante.

Nello stesso anno 1820 Arago e Davy videro la corrente elettrica agire sulla limatura di ferro, Ampère scoprì le azioni elettrodinamiche, e formulò l'ipotesi delle correnti elementari intorno le particelle magnetiche. Da quel momento i due capitoli dell'elettricità e del magnetismo non avrebbero più potuto essere separati, e verso il nuovo, che sorgeva dalla loro unione, doveva a poco a poco convergere la maggior parte della fisica.

Scoperti i fatti, si iniziarono anche rapidamente le applicazioni; i primi galvanometri, i primi elettromagneti. Queste scoperte erano tutte avvenute in Europa. La storia Americana, per quello che si riferisce all'elettricità, non aveva pagine importanti, dopo quelle auree scritte da Beniamino Franklin, un Genio, che verso l'elettricità aveva rivolto ad intermittenza il suo sguardo potente solo per penetrarvi reconditi misteri. Quella penna d'oro doveva essere ripresa da Giuseppe Henry. Ebbe infatti ad esclamare Sir David Brewster, un contemporaneo; «Sulle spalle di Giuseppe Henry è caduto il mantello di Franklin».

I suoi lavori principali nel campo dell'elettricità si riferiscono appunto all'elettromagnetismo: essi possono essere divisi in tre categorie: quelli sulla costruzione dell'elettromagnete, quelli sul fenomeno dell'induzione elettromagnetica e quelli sul carattere oscillatorio della scarica elettrica.

I primi, contenendo la soluzione completa del problema, gli danno diritto a collocare isolato il suo nome nella storia di quel capitolo della scienza: gli altri, relativi a questioni d'indole filosofica d'importanza maggiore, hanno il fascino di prime visioni in un campo, nel quale poi doveva affaticarsi lo sguardo di Michele Faraday, di William Thomson, di Hermann Von Helmholtz, per tacere di altri; quelli ci danno occasione di ammirare il suo disprezzo per l'interesse materiale, quando egli abbandonò le applicazioni tecniche per volgere lo sguardo ad altre questioni puramente scientifiche: questi ci suggeriscono il rimpianto, che egli abbia lasciato il campo delle ricerche nel momento, in cui poteva rendere in esso i più segnalati servizi.

L'elettromagnete entrò nel suo gabinetto ad Albany nella forma schematica, in cui l'aveva costruito Sturgeon: poche spire di filo nudo sopra una sbarra di ferro piegata a ferro di cavallo: poche diecine di grammi di portata con le pile che si costruivano in quei tempi. In poco tempo Henry ideò e costruì campioni della portata di oltre 2000 libbre, sostituendo al circuito di Sturgeon rocchetti di filo, rivestito di seta, a spire serrate, con molti strati e divisi in sezioni da poter connettere in serie o in parallelo con il circuito della batteria, rendendo così l'apparecchio adatto alle sue più svariate applicazioni.

Altri autori aveano verificato che la potenza dell'elettromagnete si indebolisce troppo, se si interpone un lungo circuito fra l'apparecchio e la pila, cosicchè non sarebbero potute riuscire le applicazioni dell'elettromagnete per produrre movimenti a distanza per mezzo dell'elettricità. Henry fu il primo a precisare sperimentalmente le cause dell'indebolimento ed i mezzi per im-

pedirlo. Fu in quell'occasione che introdusse i due nomi di *magnete e batteria di intensità* e *magnete e batteria di quantità*.

La batteria di intensità era quella che, formata con molti elementi in serie, generava corrente animata da molta forza propulsiva, atta quindi a superare notevoli resistenze. In collegamento con questa doveva adoperarsi un magnete di intensità, fatto con molte spire di filo sottile. La potenza di questo elettromagnete non sarebbe stata indebolita sensibilmente, interponendo fra esso e l'apparecchio anche fili molto lunghi. La batteria di quantità al contrario, fatta di uno o due elementi soltanto, doveva adoperarsi per eccitare elettromagneti avvolti con poche spire di filo grosso, nei casi in cui elettromagnete e batteria erano vicini. Oggi, qualitativamente, non useremmo un linguaggio diverso.

Alle applicazioni dell'elettromagnete invece i suoi studi non si estesero guari. Egli ideò e costruì una macchinetta elettromagnetica per ottenere movimento mediante corrente, e lo scopo era raggiunto scambiando le connessioni della batteria¹ con l'elettromagnete della macchinetta, ma egli non attribuiva importanza al problema, perchè riteneva che per ottenere forza motrice nessun mezzo dovesse essere preferito a quello della combustione del carbone, a meno che non si trattasse di applicazioni speciali, in cui il costo dell'energia non avesse importanza. Noi non dobbiamo meravigliarci di quest'affermazione, pensando al tempo in cui fu fatta. Fece anche suonare un campanello a distanza, disponendo una leva orizzontale con un'estremità fra i poli di un'elettromagnete e l'altra fra due campane. Ma, specialmente in quel primo periodo della sua attività scientifica, non l'attraevano le applicazioni pratiche, e ad altri argomenti sentì il desiderio di rivolgere il suo sguardo indagatore. Nella costruzione e ricostruzione di svariati modelli di elettromagneti era stato abbastanza operaio di officine altrui, ed aveva scoperto tale forza in sè stesso, da poter d'ora in avanti divenire maestro. Ed il mondo non ne ebbe pregiudizio, perchè sull'elettromagnete, da lui spinto a tanta perfezione, moltissimi ormai volgevano lo sguardo con spirito applicativo, e non tardò infatti a sorgere nella stessa America chi dovea poi diffonderlo in tutto il mondo per una delle applicazioni, da cui maggior beneficio è venuto all'Umanità. Il nome suo, o Signori, è già sulle vostre bocche. Egli è Samuele Morse.

Parlando di Henry, è necessario accennare anche alla storia del telegrafo elettromagnetico, la quale del resto ha tanti caratteri comuni con la storia di altre scoperte pratiche. Raggiunto un certo stadio nel progresso di una scienza, il materiale per l'applicazione tecnica è pronto; sparso quà e là nei laboratori. Anche l'idea dell'applicazione è balenata in molti cervelli, i quali non la pongono in atto, o perchè non desiderano dedicarsi alle applicazioni pratiche, paghi della contemplazione, concessa a pochi, delle verità filosofiche, e spinti dalla potenza del loro intelletto ad altri campi di ricerche, o perchè non apprezzano l'importanza che quell'applicazione pratica raggiungerà, o perchè vedono insieme con essa difficoltà non lievi da dover superare. Ma entro breve tempo tra questi, che hanno pensato all'applicazione, sorge colui, che ne abbraccia l'importanza e la possibilità con intuizione geniale, e ad essa si vota con ardore di apostolo. Egli raccoglie il materiale dei

laboratori, lo interroga con spirito sagace, lo perfeziona sotto il punto di vista pratico, e fa la macchina, che i più poi chiameranno sua scoperta. Non lo scoraggeranno i primi insuccessi, dinanzi ai quali sorgeranno nel mondo gli ammiratori e i detrattori: quelli preparati a spingerlo senza riposo nella strada intrapresa, questi pronti a fargli sapere ad ogni esitazione che essi avrebbero preveduto le difficoltà, e, ad ogni vittoria, che dopo tutto l'idea era anche nella loro mente, finchè, se il successo definitivo è guadagnato, è anche unanime il consenso delle lodi.

Applicando lo svolgimento di questa storia al telegrafo, si ha modo di collocare nella sua luce l'opera di Giuseppe Henry. Il materiale scientifico era stato preparato da Volta, da Arago e da Ohm. Costruendo gli elettromagneti, ed insegnando a proporzionare ad essi la linea e la batteria, Henry conferì a questo materiale il valore tecnico: l'idea dell'applicazione, che da tempo volava per l'aria era quella del telegrafo elettrico: tentativi erano stati fatti più volte da decine d'anni servendosi delle scintille, poi si pensò alle proprietà elettrochimiche della corrente: allo stesso Henry era venuta l'idea specifica del telegrafo elettromagnetico: l'uomo, che raccolse l'idea e il materiale, e donò il telegrafo pratico al mondo, fu Samuele Morse.

Con gli studi sugli elettromagneti cessò anche il soggiorno di Henry ad Albany, essendo egli stato chiamato alla cattedra di filosofia naturale nel Collegio di New Jersey a Princeton. Colà egli fece i suoi lavori sulla induzione elettromagnetica e sulle scariche elettriche. Questa è veramente la corona di memorie, che contiene il suo contributo alla filosofia naturale, dove cioè sono racchiuse le orme che egli stampò in quelle, che, finchè duri la civiltà, saranno considerate come le più alte vette del pensiero. E qui veramente la responsabilità dello storico si fa maggiore, ogni relazione inesatta divenendo offesa all'Olimpo in cui egli siede, ed a lui stesso. Ma alla gravità del compito la difficoltà non è pari, perchè di lui abbiamo una lettera scritta poco prima di morire, che possiamo considerare come il suo testamento scientifico, e che ci fornisce precise notizie sui risultati dei suoi lavori. L'occasione di scriverla gli è stata offerta da una domanda analoga del R. S. B. Dod, ed egli evidentemente vi ha corrisposto volentieri, come il viandante che, avendo percorso un lungo cammino, (era quasi ottantenne) ama passare in rassegna con sè stesso e con altri le tappe principali.

I passi, che si riferiscono all'induzione elettromagnetica ed alle scariche elettriche in questa lettera, sono i seguenti:

« Le mie investigazioni, dopo stabilito a Princeton, si riferirono all'induzione elettrodinamica. Faraday aveva scoperto che, quando una corrente di elettricità galvanica è lanciata attraverso un filo da una batteria, una corrente in direzione opposta è indotta in un filo parallelo. Io scopersi che un'induzione simile ha luogo nello stesso conduttore primario, cosicchè una corrente, la quale, passando attraverso un filo conduttore certo non produrrebbe scintille nè scosse, se il filo è abbastanza lungo, produce questi fenomeni. L'effetto si presenta più violento, quando il conduttore è un nastro piatto, coperto con seta, ed avvolto ad elica. Con questo mezzo brillanti deflagrazioni, ed altri effetti elettrici di grande intensità, erano prodotti per mezzo

di una corrente erogata da una batteria di bassa intensità, come quella di un solo elemento.

Una serie di investigazioni fu in seguito fatta, che consisteva nel produrre correnti indotte di ordini differenti, aventi differenti direzioni, composte di onde in direzioni alternatamente opposte. Fu anche scoperto, che un piatto di metallo di qualunque sorta, interposto fra due conduttori, neutralizza quest'induzione, e quest'effetto fu in seguito trovato risultare da una corrente nello stesso piatto. Fu poi mostrato, che una corrente di quantità è capace di produrre una corrente di intensità, e viceversa una di intensità potrebbe produrne una di quantità.

Un'altra serie di investigazioni di carattere particolare fu fatta, riguardante l'elettricità ordinaria, o di frizione. A proposito di questa fu dimostrato che l'azione induttiva elettrodinamica dell'elettricità ordinaria ha carattere particolare, e gli effetti ne possono essere prodotti a rimarchevole distanza. Per es.: se una scarica è mandata attraverso un filo al di fuori di un fabbricato, effetti elettrici possono essere ottenuti in un filo parallelo dentro il fabbricato stesso. Un'altra illustrazione di questo fenomeno si ebbe mandando la scarica di più bottiglie di Leyda attraverso il filo menzionato, che era tirato attraverso la campagna di faccia a Nassau Hall: un effetto induttivo si produceva in un filo vicino, le cui estremità terminavano nei piatti di metallo immersi nel terreno nella campagna posteriore ad una distanza di varie centinaia di piedi dalla corrente primaria, essendovi interposto l'edificio di Nassau Hall. L'effetto prodotto consisteva nella magnetizzazione di aghi.

In questa serie di investigazioni fu scoperto il fatto che la corrente indotta, come gli aghi indicavano, cambiava la sua direzione colla distanza dei fili, e con altre condizioni dell'esperienza. La causa di ciò sfuggì per molto tempo all'indagine, e poi fu trovata consistere nel fatto che la scarica da una bottiglia di Leyda ha carattere oscillatorio, avvenendo prima la scarica principale in una direzione, ed immediatamente dopo avvenendone un'altra in direzione contraria, e così successivamente, in un senso e nell'altro, finchè l'equilibrio è raggiunto.

La successiva serie di esperimenti appartenente alla stessa classe si riferì all'induzione da nuvole temporalesche. Per questo scopo la copertura di stagno del tetto della casa, in cui io risiedeva, fu usata come piatto induttore. Un filo fu saldato allo spigolo del tetto vicino al gocciolatoio, passato entro il mio studio, e terminato in connessione con un piatto di metallo situato entro un profondo pozzo, davanti alla casa. Rompendo la continuità del filo entro il mio studio, ed introducendovi una spirale magnetizzante, aghi di ferro potevano venire calamitati da un lampo così lontano che il tuono era appena inteso. Anche la perturbazione elettrica trovata in questo caso avea carattere oscillatorio, una scarica prima passando attraverso il filo nel senso dal soffitto alla parete, e quindi un'altra in senso opposto, e così via, finchè l'equilibrio non era ristabilito. Questo risultato fu ottenuto, come per la scarica della bottiglia di Leyda, collocando aghi in spirali di un diverso numero di giri. Per es., in una spirale di un giro solo l'ago era magnetizzato in un senso, nella direzione dovuta alla prima onda più potente: aumen-

tando il numero di spire, diveniva dominante l'azione della seconda onda, tanto da neutralizzare il magnetismo prodotto dalla prima, e l'ago rimaneva magnetizzato in senso opposto. Aumentando ancora il numero delle spire, veniva esaltata la terza onda al punto da neutralizzare l'effetto delle prime due, e così via ».

**

Egli lavorava serenamente, e con quale successo lo abbiamo veduto, a Princeton, quando un avvenimento singolare gli fece cambiare indirizzo. Era morto a Londra un chimico analitico, di medio valore, ma entusiasta della scienza, il cui nome era James Smithson ed il quale per ragioni sue particolari lasciò al Governo degli Stati Uniti tutta la propria fortuna, di oltre due milioni di lire, per uno scopo definito genericamente mediante nove parole sole: « for the increase and diffusion of knowledge among men ». Il modo di spendere questi denari per realizzare lo scopo enunciato dal donatore sollevò molte discussioni nello stesso Parlamento, finchè l'accordo fu raggiunto soltanto per la nomina di una Commissione, di cui fosse Segretario uno scienziato, a cui fosse affidata l'amministrazione del fondo. Le discussioni continuarono anche in seno alla Commissione, finchè parve necessario, per concludere qualche cosa, che venisse scelto un Segretario di incontestabile valore scientifico, il quale assumesse insieme con la responsabilità l'iniziativa dei lavori da svolgere. La scelta di questo Segretario cadde per unanime consenso sopra Giuseppe Henry. Questi comprese che l'accettazione di questo incarico avrebbe significato la rinuncia alla vita del laboratorio, e quindi della ricerca originale: ma accettò ugualmente. Per comprendere questo suo passo bisogna rivolgere lo sguardo ad una qualità, che non abbiamo considerato ancora della figura di Henry, quella dell'apostolo. Egli pensò in quel momento di poter fondare un Istituto, che fosse come il centro di attrazione di tutti i ricercatori sparsi per i vari laboratori, dove si formulasse il programma di ricerche nuove, specialmente collettive, si provvedesse ai fondi ed agli aiuti intellettuali, si raccogliessero i risultati, per poi diffonderli pel mondo. Ed il programma, da lui stesso formulato, dovette sedurlo tanto, che egli non esitò a cambiare la sua vita per attuarlo, e dalla quiete del laboratorio di Princeton andò a Washington a lottare per il suo nuovo ideale. Nè la lotta fu lieve, forse in qualche momento la pace del suo giardino di Princeton, dove interrogava e avea imparato a dominare i fulmini del cielo, gli tornava alla mente con desiderio, quando le tempeste, agitate da sentimenti non sempre puri di generici dello scibile di avvocati di politicanti, minacciavano di soffocarlo; ma, quietate queste tempeste con la forza del suo carattere integro e della sua serena tenacità, cui la visione chiara del suo programma dava inesaurebile alimento, poté all'Istituto dedicare la sua opera tranquillamente per oltre un trentennio. Che cosa sia l'Istituto Smithsonian, e che cosa abbia prodotto durante quel tempo, dicono i suoi rapporti annuali, da cui è lecito apprendere una gran parte della storia intellettuale degli Stati Uniti in quel periodo, non esclusi vari accenni alla storia intellettuale di tutte le Nazioni; egli, già

Principe in un ordine degli studi, dalla sua residenza di Washington ha penetrato tutte le Provincie del loro Regno, ed ha avuto non piccola parte nel Governo di questo Regno. Pupin nel discorso dello scorso maggio non ha esitato ad asserire che l'origine dello spirito scientifico a Washington è lo spirito di Giuseppe Henry.

★★

Corro ora verso la fine, accennando ai lavori scientifici di Henry meno importanti, per la maggior parte al di fuori dell'elettricità, e che perciò interessano meno noi elettricisti.

Egli ha studiato il raffreddamento di vapore d'acqua uscente sotto pressione nell'atmosfera; la produzione del freddo per rarefazione dell'aria; ha promosso una grande quantità di osservazioni meteorologiche; ne ha fatto egli stesso; ne ha commentato i risultati, potendosi in tal modo collocare il suo nome fra i promotori di quella meteorologia scientifica, a base di dati statistici numerosi, interpretati al lume delle leggi della fisica, da cui soltanto si potrà attendere lo sviluppo delle conoscenze di ciò che avvenga nel maggior laboratorio fisico della terra, che è l'involucro stesso aereo del nostro pianeta, con le sue indefinitamente estese ramificazioni verso lo spazio cosmico; ha descritto un suo sistema per proteggere da fulmini edifici coperti con tetti metallici, insistendo sulla necessità di buone comunicazioni con la terra dei tubi di scarico delle acque piovane, ed enunciando in questa memoria chiaramente il sospetto che l'elettricità dei fulmini passi piuttosto alla superficie che nell'interno dei conduttori; ha pubblicato lavori di fisica molecolare sull'assorbimento dei liquidi da corpi porosi, sulla coesione dei liquidi, studiata mediante le bolle di sapone; si è occupato della costituzione della materia, ed ha scritto intorno l'ipotesi di un quarto stadio della materia, l'etereo, diffusa per tutto lo spazio; si è occupato di fosforescenza; del calore radiante delle macchie solari, ed ha costruito assai sensibili telescopi termici, adatti a questo ed altri analoghi studi, utilizzando le pile termoelettriche; ha valutato la velocità dei proiettili; ha studiato i getti d'acqua, le fiamme sonore; si è occupato della classificazione delle forze, comprese le vitali, ed ha preso parte a discussioni sulle teorie allora in voga in ordine al principio della vita.

Concludo accennando a lavori che egli dovette eseguire per incarico dello Stato, e che gli fornirono occasione anche ad originali ricerche, come quelli sui combustibili per i fari, sulla propagazione dei suoni in mare, e sulla resistenza delle pietre, nel quale è per la prima volta segnalato e discusso il fenomeno, per cui è assai più agevole schiacciare un parallelepipedo di pietra, quando fra le due facce opposte, che sopportano la pressione, sia interposta una lamina di piombo, che non quando direttamente vi siano applicate le mascelle di acciaio della macchina per comprimere.

Colleghi,

Io credo che voi desideriate conoscere anche qualche cosa del sentimento di Henry: l'intelletto non è tutta la parte dell'Uomo, e, se anche non mi interrogaste su questo argomento, io stesso ve lo porrei dinanzi, perchè esso è per Lui un altro titolo di gloria.

Due sono le caratteristiche principali dell'animo di Henry, il suo disinteresse per il guadagno materiale e la sua fede religiosa. Ce le ha enunciate egli stesso, ed a questi principi ha uniformato tutta la vita senza deviarne per un momento e per una linea. Non essendo ricco, rinunciò più volte ad aumento di stipendio, come Segretario dell'Istituto Smithsonian, affinchè non diminuise la parte delle rendite di esso destinata alla scienza. Potendo reclamare anticipazioni su alcuni punti delle patenti di Morse, non volle farlo mai. «La mia vita, egli ebbe a dire, è stata principalmente dedicata alla scienza, e le investigazioni nelle varie parti della fisica mi hanno dato qualche reputazione nell'ordine delle scoperte originali. Io nè ho chiesto patenti per invenzioni; nè ho sollecitato remunerazioni per lavori: ma ho dato liberamente i loro risultati al mondo, solo aspettando in compenso di godere la coscienza del progresso scientifico, il piacere di scoprire nuove verità e la reputazione scientifica, che i lavori mi avrebbero procurato ».

Il R. Samuele, S. Michell, nell'orazione funebre, ebbe a dire: Così visse, così lavorò, servendo sempre altrui, non mai sè stesso. Avrebbe potuto dire come Agassiz (il celebre paleontologo). Non ho tempo per far moneta.... Gli occhi, che penetrarono attraverso i misteri dell'universo, non dovevano avere il peso mortale del dollaro sopra le loro pupille.

Quanto alla fede religiosa, cui ho già accennato, Egli godè le gioie della pura serena fede Cristiana. Poco prima di morire al Pastore R. Michell disse: Io non ho mai fatto molta attenzione alle minuzie della teologia: quanto allo schema Cristiano: che vi è un Dio: uho Spirito infinito: che l'uomo è fatto di spirito e di corpo: che vi è una vita immortale, che l'uomo raggiunge fuori del mondo presente: che la potenza e l'amore di Dio sono fuse con la debolezza e la peccabilità dell'uomo nel Signor Gesù Cristo: quanto a queste grandi verità io non ho alcun dubbio. Io considero il sistema, che le insegna, come razionale di fronte a qualunque delle opposte teorie, che sono venute sotto i miei occhi. Upon Jesus Christ, as the One who, for God, affiliates himself with man, I rest my faith and my hope ». E la voce era interrotta, e gli occhi velati di lacrime.

Sopra argomenti di fede ogni commento è vano. Iddio si può ritrovare verso ambedue le estremità della scala del sapere, nè sulle vibrazioni del sentimento, che è il Regno della Fede, ha dominio la Scienza.

Colleghi,

I filosofi hanno potuto illustrare due concetti relativi alle soddisfazioni immateriali; l'uno si riferisce a quelle scientifiche, l'altro a quelle estetiche, cioè l'uno alle forme di produzione in senso generale, l'altro alle forme di contemplazione delle verità conquistate, o delle opere, sia della natura che dell'uomo.

Il primo dice che i piaceri scientifici non danno origine a sazietà, perchè nel loro esercizio desiderio e soddisfazione si succedono indefinitamente. Il secondo afferma che il godimento della contemplazione cresce, quando è condiviso da molti.

Lo spirito di Giuseppe Henry deve aver sentito la verità di ambedue questi principi. Avendo definito la scienza come « conoscenza delle leggi dei fenomeni, sia riferentisi allo spirito che alla materia » nella prima metà della vita è passato senza riposo da un argomento scientifico ad un altro, nè fu mai sazio pur dovendo essere non poche volte pago. Nella seconda metà della vita, agitando il vessillo di Smithson « diffondere le conoscenze fra gli uomini » voleva associare i ricercatori fra loro, e col mondo, per distillare tutt'intera l'essenza da tanti fiori, e spargerne il più diffusamente la fragranza. Il piacere doveva in lui centuplicarsi, accrescendosi il numero degli associati nella contemplazione.

Ora lasciate, o Colleghi, che all'ombra di questo secondo principio io oggi ponga anche questa mia povera esposizione della sua grande opera. Se mi sono azzardato a presentarla, è stato, oltrechè pel sentimento di gratitudine verso l'Istituto Americano, da cui scaturiva anche un gradito dovere, per il piacere, che mi è venuto dal contemplare questa opera insieme con Voi; ed a questo piacere, io spero, non sarete stati estranei Voi stessi.

N. 3.

**A PROPOSITO DEGLI STUDI GOVERNATIVI
PER LA MODIFICAZIONE DELLA TASSA DI CONSUMO
SULL'ENERGIA ELETTRICA
PER LUCE E RISCALDAMENTO**

**COMMENTO AL SECONDO GRUPPO DI SUBORDINATE
DELL'ORDINE DEL GIORNO DELL'A. E. I. - 18 Gennaio 1912**

Proposta di modificazione alla legge 8 agosto 1895 pel caso che essa non venisse sostituita con una legge che stabilisca per l'energia elettrica solo una tassa sui corpi d'illuminazione.

Relazione della Commissione speciale composta dai Soci:

ETTORE CONTI - LORENZO FERRARIS - ANGELO BIANCHI, relatore

L'Associazione Elettrotecnica Italiana, venuta a cognizione della nomina per parte dell'Onorevole Ministero delle Finanze di una Commissione col compito di studiare eventuali modificazioni alla tassa sul gas luce e sull'energia elettrica per illuminazione e riscaldamento, esaminò subito a fondo l'argomento e presentò al Governo i propri desiderati con un Ordine del giorno redatto da una apposita Commissione Generale eletta fra i propri Soci. E per illustrare tale Ordine del Giorno affidò dapprima a una Commissione speciale lo studio e la determinazione dei consumi specifici per l'unità di luce e di calore prodotta sia con gas che con energia elettrica; indi diede ad una seconda Commissione speciale l'incarico di dimostrare, mercè i dati di fatto risultati dagli studi precedenti, le conclusioni dedotte in via principale nell'Ordine del giorno dell'A. E. I., conclusioni che approdavano alla *proposta della sostituzione della tassa attuale con quella diretta sui corpi di illuminazione* (lampadine, carboni, ecc.) *e dell'abolizione di qualsiasi tassa sull'energia elettrica per riscaldamento.*

L'A. E. I. però nel dare la propria preferenza a questa soluzione non si dissimulava le obiezioni e le difficoltà effettive che, pure a suo avviso po-

tendosi superare, mettevano in forse l'accoglimento da parte dell'On. Commissione Governativa e del Governo di una innovazione tanto radicale.

E di ciò ben rendendosi conto l'A. E. I., col suo Ordine del giorno chiese al Governo pel caso non venisse accolto la tassazione dei corpi di illuminazione:

- 1) *La perequazione dell'aliquota della tassa.*
- 2) *L'abolizione della tassa sul riscaldamento elettrico per qualsiasi uso.*
- 3) *La tassazione dei forfait in base ad una tassa per Kw. impegnato e non per candela, estendendo a tutti i Comuni il limite fissato ora per i Comuni di popolazione inferiore ai 10.000 abitanti.*

L'Associazione ha poi dato mandato ai sottoscritti perchè illustrassero queste subordinate: ed è per assolvere tale incarico che essi svolgono qui le brevi considerazioni seguenti nelle quali sanno di interpretare anche le idee dell'Associazione Esercenti Imprese Elettriche.

**

1° — *Perequazione dell'aliquota della tassa.*

La legge attuale, in vigore dal 1895, si era ispirata al concetto di tassa *ad valorem*, e, come venne dichiarato dal Ministro proponente, colpiva a quell'epoca il gas e l'energia elettrica nella quota del 7 % del loro valore.

Oggi tale quota è salita al 10 % pel gas, poichè il prezzo medio di esso si può ritenere di 20 cent. per mc. Per l'energia elettrica è difficile precisare quale sia il vero prezzo medio attuale del Kwh. e quale quindi la relativa quota della tassa: ma è certo che tale prezzo non è superiore ai cent. 50 e che quindi la tassa è di circa il 12 %.

Ci sono, è vero, tariffe anche molto più alte, ma ce ne sono anche di minori, e le più alte non possono considerarsi che come transitorie o al più destinate a piccoli centri; tali tariffe non possono corrispondere che a consumi limitati e non possono pesare sensibilmente sul prezzo medio.

Giova qui ricordare che non bisogna far la media delle tariffe ufficiali, ma bensì la media di quelle effettivamente applicate agli utenti a cui vengono spesso accordati sconti anche maggiori del 50 %, e si deve pure tener conto della quantità enorme di energia per luce che viene venduta al prezzo della forza motrice e cioè con sconti perfino dell'80 %, sconti che non hanno riscontro con quelli moderati concessi agli utenti del gas.

Il legislatore non deve tuttavia pensare soltanto alle condizioni dell'oggi. La legge del 1895 dura già da 17 anni. Per la nuova legge occorre prevedere una certa durata e pensare essenzialmente alle condizioni dell'industria che si avvereranno, non oggi, ma nel lasso di tempo per cui essa avrà vigore.

Ora le tariffe dell'energia elettrica non furono mai instabili come ai giorni nostri, ed essere instabili in questo caso non può significare altro che scendere.

Le altissime tensioni hanno facilitato il trasporto dell'energia in quantità considerevole; ma per vendere molta energia occorre ribassare i prezzi, occorre aumentare il consumo dell'utente attuale allettandolo col buon mercato, occorre portare l'energia all'utente meno abbiente che non l'adotta se non a prezzi mitissimi.

La pleora dell'energia, sia dovuta al fatto che le potenze degli impianti sono superiori al consumo, sia dovuta alle condizioni della distribuzione dell'energia per forza motrice che ben poco cammino fece in questi ultimi anni in causa della crisi industriale, ha creata una viva concorrenza all'esistente distributore di energia che finora era in massima riuscito a riservarsi zone rispettate dagli utenti vicini mantenendo i prezzi in limiti ragionevoli, mentre oggi in causa della concorrenza li deve spesso ribassare notevolmente.

Si aggiunga l'assunzione da parte dei Municipi del servizio dell'illuminazione privata, assunzione che va ogni giorno prendendo maggiore importanza, e che condurrà a prezzi minimi compensati solo in parte dalla maggiore diffusione.

Questa azione della concorrenza non è ancora un fatto compiuto, anzi è piuttosto all'inizio; pure abbiamo prove ben chiare della sua efficacia. Basta citare Milano dove l'aver assunto recentemente il Municipio la municipalizzazione della distribuzione dell'energia elettrica in concorrenza colla società locale, ha fatto ribassare il prezzo del Kwh. per luce al valore nominale di 40 cent. e ad un valore effettivo di circa di 30 cent.

I prezzi adunque hanno in questi tempi cominciato a scendere con grande rapidità: quando e dove si arresteranno? Quale sarà il prezzo medio dell'energia per luce per la durata della nuova legge?

A noi pare evidente dalle considerazioni esposte che sia già dir troppo il parlare di 40 cent. per Kwh.

Se dunque, come è indubbio, il legislatore guarderà a quel domani immediato nel quale dovrà svolgersi l'azione della legge, egli dovrebbe basare il computo della tassa su un prezzo massimo di cent. 40 per Kwh il che porterebbe a una tassa sul Kwh. (commisurata al 10 %) di cent. 4.

Gli elettrotecnici italiani però si rendono conto delle necessità finanziarie del Paese e, pur sapendo che il gettito della tassa aumenterà rapidamente, non si dorranno se la tassa stessa verrà anche portata a cent. 5 per Kwh.

★★

2° — *L'abolizione della tassa sul riscaldamento elettrico per qualsiasi uso.*

L'Italia dovrebbe essere la terra classica anche del riscaldamento elettrico, essa priva di miniere di carbone, ricca a dovizia di forze idrauliche, ed il Governo e gli industriali dovrebbero fare ogni sforzo per promuoverlo.

Ora mentre negli altri paesi il riscaldamento elettrico, nato da poco, fa però passi notevolissimi, l'Italia si vede costretta a rimanere ultima, ferma anzi alla partenza, non per deficienza degli industriali, per il cui valore tanto

sviluppo ha raggiunto la distribuzione di energia elettrica, ma in causa di una legge che proibisce l'applicazione di tale energia al riscaldamento.

L'Ordine del giorno dell'A. E. I. già citato affermò che « *il riscaldamento elettrico può svilupparsi solo alla condizione che l'energia elettrica importi milissima spesa* », ed aggiungeva quindi che « *la tassa deve essere limitata all'energia impiegata direttamente per l'illuminazione* » e già la Sottocommissione incaricata di illustrare la prima parte di tale Ordine del giorno ha posto in chiaro la giustezza di tale affermazione; infatti ha dimostrato che i prezzi di vendita dell'energia per riscaldamento non possono essere maggiori di 6 e al più di 8 o 10 cent., prezzi che non possono tollerare una tassa di entità non trascurabile.

Che l'attuale tassa che impedisce un'industria, e non rende nulla, sia assurda, è del resto opinione concorde di tutti, e anche sarebbe facile dimostrare come converrebbe che essa venisse completamente abolita.

Ed infatti si tratta di una industria al suo primo sorgere, e, come già pel carburo di calcio si accordò l'esenzione da tassa per favorirne lo sviluppo, e come per gli edifici le tasse vengono applicate solo dopo adeguato periodo di avviamento, così sarebbe saggio l'esonerare pure l'energia elettrica pel riscaldamento, salvo colpirla in misura sopportabile il giorno che essa fosse capace di tollerare un aggravio e che questo fosse tale, che valesse la pena di applicarlo.

Una prima obiezione vien fatta dalla Finanza anche solo alla diminuzione della tassa; si pensa che gli utenti useranno per luce, l'energia a loro disposizione pel riscaldamento, sottraendosi così a pagare la tassa per la luce.

Ora poichè se verrà data energia per riscaldamento distinta da quella per la luce, essa sarà fornita a prezzo molto minore, le Società esercenti avranno ogni interesse al più scrupoloso ed efficace controllo; e questo controllo controllerà in limiti trascurabili non solo la frode alle Società esercenti, ma pure quella all'Erario.

Possiamo infatti citare città (Monza ad es.) dove in ogni casamento si ha un motore per l'acqua potabile o per altri scopi industriali pel quale l'energia vien pagata a prezzi assai minori che per la luce, eppure quivi sono rarissimi i casi in cui si verifichi il furto di energia.

Ogni pericolo di furto poi scomparirebbe se la Finanza, naturale alleata dell'esercente, fosse dalla legge autorizzata a far assistere dai propri agenti nelle contravvenzioni l'esercente che ora, o per riguardi personali, o per non rendersi invisa la clientela, o per evitare noie e spese gravi, spesso rinuncia ad un'azione penale che dissuaderebbe dalla frode ogni altro disonesto. Nell'occasione facciamo qui formale preghiera all'on. Commissione Governativa perchè voglia accogliere la proposta di tale assistenza.

Non ci nascondiamo che, qualora la tassa sul riscaldamento elettrico venisse completamente abolita, gli industriali gasisti lamenterebbero che si siano fatte condizioni di favore all'industria consorella. Per vero essi mostrarono sempre di non dare grande importanza al riscaldamento elettrico e del resto, se pure questo avrà lo sviluppo che noi ci aspettiamo, non gran parte di esso andrà a scapito dell'industria del gas, specie se il cespite principale sarà dato.

come molti ritengono, dal riscaldamento degli ambienti, e se la nuova applicazione avrà luogo per una notevole parte in paesi dove il gas non è arrivato.

Comunque gli Elettrotecnici Italiani, sia per il desiderio di non sottrarsi a un pari trattamento rispetto all'industria del gas, sia per contribuire, nel limite del possibile alle finanze dello Stato, sia non fosse altro a scopo statistico, vorranno ammettere una tassa del 10 % sul valore massimo possibile per la vendita dell'energia per riscaldamento e cioè cent. 1 per Kwh.

Crediamo però anche che sarebbe sapienza di Governo *sospendere per 10 anni tale tassa*, per attendere il momento in cui il riscaldamento elettrico, fatto rigoglioso, potrà dare, e forse a dovizia, compensi a chi lo risparmiò al suo nascere.

**

3° — *La tassazione dei forfait in base ad una tassa per Kw. impegnato e non per candela, estendendo a tutti i comuni il limite massimo fissato ora per i comuni di popolazione non inferiore ai 10.000 abitanti.*

La tassa in parola è tassa sull'energia elettrica, non sulla potenzialità luminosa, è dunque al Kw. e non alla candela che deve commisurarsi la tassa.

Di più il considerare la candela significa considerare una molteplicità di apparecchi produttori luce, ad ognuno dei quali corrispondono consumi specifici (watt per candela) variabili a seconda della definizione di candela, degli sperimentatori, della durata dell'apparecchio, dei progressi continui della tecnica, ecc. Inoltre la candela non è controllabile che scientificamente, mentre la misura dei Kw è una misura elementare dell'elettrotecnica e non può dar luogo a errori apprezzabili; è insomma l'unica misura industrialmente possibile. Essa è poi la misura che, salvo eccezioni rarissime e che vanno eliminandosi rapidamente, vien fatta dall'industriale che vende l'energia, figura nei contratti essa sola, e in modo ben definito, cosicchè le bollette degli utenti costituiscono il controllo più sicuro per la Finanza. E d'altra parte è di grande importanza, sia per gli uffici dello Stato, sia per le aziende elettriche, che venga creata finalmente quella stabilità di criteri che, se ancor si continuasse a parlar di candele, non si potrebbe mai raggiungere.

Altra fonte di disturbi a quella continuità che è tanto preziosa nella interpretazione della legge è la diversità fra le aliquote che si possono assumere pei diversi comuni; di più non apparve mai in chiaro la opportunità di fare distinzione fra comuni di popolazione superiore o meno ai 10.000 abitanti. Diversità corrono è vero tra comune e comune, ma non hanno il loro indice nel numero degli abitanti. Molto si potrebbe discutere sull'opportunità di un diverso trattamento da paese a paese, ma su altre basi; eppure si potrebbe invocare una tassazione minima ad esempio per talune provincie. Però è bene venga liberato il campo da ogni controversia per variabilità dell'aliquota, ed è bene che industriali ed utenti sappiano chiaramente quali per un lungo tempo saranno i propri aggravi; e perciò esprimiamo il voto che un'unica tassa venga applicata a tutti gli utenti a forfait, senza più distinzione alcuna fra comune e comune.

Se verrà raggiunta, come non dubitiamo, tale condizione di cose, riteniamo che gli elettrotecnici italiani, anche tenendo, come è dover loro, presenti le necessità del Paese, accoglieranno senza rammarico pei forfait una tassa di L. 100 per Kw. anno per l'energia a scopo di illuminazione (che corrisponde, assumendo la tassa anche a cinque centesimi per Kwh., a 2000 ore di accensione) e di L. 20 pure per Kw.-anno per l'energia per riscaldamento (1/5 della tassa sull'energia per luce).

★★

Riassumendo riteniamo, che ove non si creda opportuno accedere al nuovo tipo di tassazione diretta ed unica sugli apparecchi di illuminazione, occorra almeno modificare la legge del 1895 secondo i criteri suesposti, così che essa venga condotta a quella equità che nel testo attuale fa difetto, sia per le mutate condizioni della tecnica, sia per le mancanze che la lunga esperienza ha reso in modo indubbio palesi.

E. CONTI - L. FERRARIS - A. BIANCHI, *relatore*.

Sono in vendita presso l'Ufficio Centrale dell'A. E. I.:

- Le **Norme per l'esecuzione e l'esercizio degli Impianti Elettrici**
legato in tela-oro, edizione tascabile L. 1.—
- Gli **Atti del Congresso Internazionale delle Applicazioni elettriche
di Torino 1911.** — 3 vol., 3000 pag. circa. — In essi come è noto sono
esaminate moltissime delle principali questioni attuali dell'elettrotecnica.
- Pei soci* » 15.—
- Pei non soci* » 20.—
- La **Descrizione di una macchinetta elettromagnetica di A. Pacinotti**
in 5 lingue italiana, francese, inglese, latina, tedesca, (edizione di lusso) » 5.—

N. 4.**L'ORDINAMENTO DEGLI STUDI SCIENTIFICI E TECNICI
CHE CONDUCONO AL DIPLOMA D'INGEGNERE**

*Relazione del Prof. F. LORI, letta alla Seduta tenuta in comune colla Società MATHESIS
alla XVI Riunione annuale (Genova, 22 Ottobre 1912).*

Le questioni principali, che si riferiscono alla formazione dell'ingegnere sono le seguenti:

- 1) Qualità della cultura secondaria più adatta per i futuri allievi ingegneri;
- 2) Estensione e metodo per l'insegnamento delle materie scientifiche principali (matematica, fisica, chimica);
- 3) Estensione e campo dell'insegnamento pratico;
- 4) Grado delle specializzazioni.

Ma per intenderci bene, è necessario premettere la definizione dell'ingegnere. Supposto che questo nome si riservi a coloro, che escono dalle scuole superiori tecniche, domandiamoci che cosa deve essere questo ingegnere. Sbarazzato il terreno da questa domanda, cadrà la base di molte discussioni, e le questioni che ci siamo posti saranno risolte assai più facilmente.

La risposta alla mia domanda può essere data solo indirettamente, e cioè dicendo quale genere di lavori deve esser quello cui attenderà l'ingegnere. È questo per avventura il genere, cui dedicansi gli ingegneri nostri in generale? Io, per conto mio, credo di no. E la ragione è evidente. La maggior parte dei lavori, che fanno i nostri ingegneri, non richiede una cultura tecnica superiore. Infatti molti ingegneri dicono che nelle scuole si insegna una quantità di cose che non servono; e molti periti, ed anche alcuni, che non hanno nes-

una patente, fanno talvolta una concorrenza efficace agli ingegneri. Ciò che io affermo è forse contrario a ciò che è stato più volte ripetuto, ma dal mio punto di vista non cessa di essere assolutamente vero. In Italia molti ingegneri fanno concorrenza ai periti: il contrario accade assai più di rado, ed anche quando accade non reca nessun danno; perciò se c'è un perito, che da sè ha saputo innalzarsi fino a far l'ingegnere, esso è meritevole di premio, non di sanzioni, che dalla cima cui è salito lo ricaccino in basso.

Le conseguenze di questo fatto sono due: le nostre scuole superiori sono molto affollate, e le qualità intellettuali degli allievi molto diverse. Al primo inconveniente si rimedierebbe presto, aumentando il numero delle scuole; ma il secondo, che è il più grave, rimarrebbe sempre. Non ho detto a caso che il secondo è l'inconveniente più grave: aggiungo che basta esso ad impedire il buon funzionamento delle scuole stesse. In queste, è noto, vi sono due categorie di insegnamenti, che esigono diversi gradi di sforzo intellettuale.

Gli insegnamenti teorici (quelli propedeutici di matematica, e quelli di alcune materie tecniche, che hanno maggior bisogno della matematica e della fisica) comunque sieno impartiti, esigono una continuità di attenzione, ed uno sforzo di penetrazione, che non si richiedono affatto nelle altre materie. A questa varietà, che presentano le materie oggettivamente considerate, si deve aggiungere quella che nasce dall'indole dell'insegnante. Se capita un insegnante, che rivolge più volentieri lo sguardo alle sottigliezze, al rigore, alla precisione anche formale, le materie della prima categoria acquistano un secondo grado di difficoltà: se capita un insegnante, il quale ami indugiarsi su poche cose fondamentali, e svolga piuttosto il corso moltiplicando esempi e tornando e ritornando sui pochi argomenti, che ne formano l'ossatura, le materie della seconda categoria esigono appena qualche ora di lettura delle relative dispense prima dell'esame. Ebbene: voi troverete allievi entusiasti dell'insegnamento teorico, reso anche più aspro dal metodo dell'insegnante, e questi vi diranno che nelle lezioni delle materie pratiche più semplici si addormentano: altri vi diranno che soltanto negli insegnamenti della seconda categoria si espone la parte pratica, e che tutto il resto è lusso di teoria ammannito, non per nutrire, ma per far indigestione.

E l'insegnante, che rivolga intorno lo sguardo durante la lezione, leggerà chiaramente queste due tendenze dei giovani: alcuni staranno con occhi spalancati, quando non sieno disattenti, come se il professore parlasse una lingua da loro non conosciuta: altri smetteranno in qualche momento di prendere appunti, perchè non vogliono mortificare la dignità della loro penna, obbligandola a scrivere cose, che il senso comune suggerisce come intuitive. Per la stessa ragione il giudizio dei giovani per ciò che si riferisce alle formule è assai diverso. Generalmente se ne professano nemici, mentre in realtà l'amano più dei professori. Basta vederli all'esame. La loro posizione normale è con la faccia rivolta verso la tavola nera, e il gesso in mano: i più, se il professore fa loro una domanda, che esiga una risposta da esprimere a parole, si sentono perduti. Alcuni hanno per le formule un vero amore e disprezzano di studiare gli argomenti, che non consentono di incastrare durante il loro svolgimento qualche integrale; altri vorrebbero che anche il professore di meccanica ra-

zionale o di elettrologia abolisse l'uso del calcolo. Ora le esigenze degli studenti sono diverse, perchè sono diversi i loro ideali. Molti già sanno, quando vanno a scuola, di dover passare la vita tra mansioni modeste, perchè hanno veduto ciò che fa il padre ingegnere, o sanno già che dovranno ritirarsi nel loro paese a guardare i loro campi, o a fare il professionista libero, e lavori importanti non sono nel loro piccolo centro. Altri sognano, e pochi realizzeranno, la concezione e la direzione delle grandi opere, l'invenzione di nuove macchine, qualche scoperta scientifica degna di gloria. Ora, poichè la stessa scuola non può soddisfare ad esigenze così diverse, nè queste possono essere sopresse, è necessario provvedere con scuole parimenti diverse. Perciò la mia proposta consiste nel rafforzare ed aumentare di numero le scuole tecniche medie, formando accanto al perito agrimensore, il perito chimico, elettricista, meccanico, ecc., aumentando anche il numero di anni di studio, se è necessario, per qualcuna di queste specialità, e nell'innalzare il livello della scuola superiore. Cesseranno le discussioni fra le varie qualità di professionisti, perchè i campi non saranno più così interferenti, ed il pubblico delle scuole superiori sarà più omogeneo. Gli insegnanti avranno una missione più definita, e le scuole andranno meglio.

Con queste premesse incominciamo dalla prima questione, che mi sono posto, quella della cultura delle scuole secondarie, da premettere alle scuole superiori tecniche. Per me non vi è dubbio che questa deve essere la cultura classica. E tenterò di definire la cultura classica per contrapposto alla cultura tecnica. Questa deve quasi essere limitata a ciò che direttamente serve per svolgere le materie professionali, o per armare il giovane nelle lotte, che dovrà combattere come professionista. Per es. le lingue saranno insegnate col metodo più rapido, che conduca a scrivere intendere e parlare; e quindi, ben si capisce, non saranno insegnate che lingue moderne, e con metodo empirico: l'aritmetica, l'algebra, ecc., saranno insegnate col solo scopo di addestrare il giovane nelle relative operazioni: non sarà insegnata la filosofia: si sorvolerà sulla storia antica, e si narrerà la storia moderna, senza indugiarsi sulle fonti e sul metodo, ma narrando i fatti, con tanto maggior abbondanza di particolari quanto più sono a noi vicini.

La cultura classica al contrario è la storia del pensiero filosofico della Umanità, la discussione delle forme artistiche e della loro evoluzione, la discussione dei metodi, con i quali si è accresciuto il sapere dell'Uomo, e l'esposizione e il confronto delle fonti di ogni ramo della conoscenza.

La cultura tecnica deve essere completata da qualche accenno alla storia, alle letterature, ecc.; la cultura classica deve essere completata da nozioni scientifiche: vale a dire della prima è complemento ciò che forma la base della seconda, e viceversa.

Quanto alle lingue, anche le moderne possono essere insegnate con i criteri della cultura classica, ma, poichè la conoscenza delle antiche, greca e latina,

giova alla conoscenza di queste civiltà, e permette di godere le forme più alte dell'arte letteraria, emerge come conseguenza logica che si debba nelle scuole classiche insegnare il greco e il latino.

Ora saranno anche manifeste le ragioni, per cui io ritengo che si debba agli allievi ingegneri premettere la cultura classica. Se l'ingegnere deve entrare nella classe più colta del Paese, non deve avere una preparazione diversa di quelli con cui si troverà a contatto e con cui dovrà discutere. Se deve avere attitudini direttive, anche per trattare con competenza questioni economiche, di lavoro, non deve possedere una cultura filosofica, mentre sono i filosofi maggiori coloro, che hanno saputo interrogare il mondo, e sè stessi, ed hanno insegnato le fonti della luce nelle questioni difficili della vita, quelle del conforto nelle avversità dolorose? Un dialogo di Platone, o un salmo della Bibbia, hanno ancora la forza di poter rendere un gran bene all'Umanità. Ed oltracciò l'ingegnere, che le vicende della professione possono cacciare in luoghi isolati dal mondo civile, talvolta per anni, in contatto da mane a sera con uomini a lui inferiori; l'ingegnere che, se non ha la disgrazia di morire nel fior degli anni, deve, come tanti altri mortali affrontare l'inverno della vecchiaia, ha pure molte ore di riposo, o provvisorio, o definitivo, da passare ad occhi svegli. Ora egli si annoierà molto di più, se non saprà cibare lo spirito di godimenti intellettuali, e questi avrà a sua disposizione in misura ben maggiore, e assai più saporiti, se, sostenuto da cultura classica, potrà innalzarsi verso le vette più alte del sapere filosofico.

Taccio infine la ragione statistica, nota, che dimostra come coloro che provengono dal liceo meglio riescano, in generale, nelle nostre scuole di applicazione.

Quanto all'estensione ed al metodo degli insegnamenti matematici, riferirò persona molto di me più autorevole; io desidero annunciare soltanto una proposta relativa all'epoca di questi insegnamenti. Io ritengo che si debba seguire la strada opposta a quella che si è tenuta fin qui. Fino ad ora l'insegnamento delle matematiche è stato concentrato nel primo biennio, e necessariamente l'occupava quasi tutto. Quindi per due anni gli allievi ricevevano ancora una cultura preparatoria. Conseguita finalmente la licenza dalle scuole medie, entusiasti dell'Università, cui erano arrivati dopo fatiche non piccole, avidi di apprendere qualche cosa relativa alla professione scelta, dovevano indugiarsi per qualche mese sulle combinazioni e permutazioni e sulla definizione dei punti all'infinito, e per due lunghi anni studiare materie, della cui importanza non riuscivano a darsi ragione. I più forti resistevano in attesa e, conviene dirlo, si ferravano anche bene: nel campo delle discipline matematiche del resto abbiamo avuto ed abbiamo maestri di primo ordine: i più deboli scappavano verso altre facoltà: la media, cioè la maggioranza, passava il tempo malcontenta e con debole successo. Nè era finito. La matematica continuava ancora nel primo anno di applicazione con la geodesia e la meccanica razionale, e non è mancato qualche professore di meccanica razionale, il quale intendeva

questa scienza come semplice applicazione di calcolo, e trasformava questo insegnamento in un insegnamento di matematica, in cui in qualche caso le grandezze, oltrechè con lettere dell'alfabeto, potevano essere designate anche con parole tolte dal vocabolario della fisica. Eppoi verso la seconda metà del quinquennio si cominciava l'insegnamento delle materie tecniche, che doveva essere necessariamente affrettato, e quindi non efficace. Questo stato di cose si è andato in questi ultimi tempi un poco modificando, e l'ultima decisione di trasportare la meccanica razionale nel secondo anno, patrocinata da un nucleo di matematici di grande valore, che con noi tecnici si sono trovati d'accordo, è un passo notevole; ma io credo che i corsi di matematica e di materie applicative dovrebbero essere ancora più e quanto più è possibile associati. Qualche corso di matematica dovrebbe essere fatto ancora al quarto anno, e qualche corso pratico fino dal primo. Per es. io non vedo perchè non si potrebbe fino dal primo anno fare un poco di topografia: mi pare che il giovanetto si divertirebbe anche molto ad andare in campagna con uno squadro od un livello, la cui teoria non richiede che qualche nozione di trigonometria piana, e forse si illuderebbe di essere già un mezzo ingegnere, e digerirebbe di più buona voglia le astrazioni inevitabili di alcune materie di matematica. Invece porterei al terzo e quarto anno qualche corso monografico sui moti vibratori e ondosi, sul calcolo vettoriale, ecc., sopra tutto per mantenere il giovane a contatto con i metodi matematici e non trovarlo, come ora accade per la maggioranza, quando è vicino alla laurea, in condizioni di aver dimenticato la maggior parte delle cose imparate nel primo biennio.

Quanto alla fisica, nessuno negherà che essa è il fondamento dell'ingegneria. La matematica è lo strumento, ma la fisica è la materia, su cui lo strumento deve essere adoperato. Ora perciò che si riferisce alla fisica è accaduto l'opposto che per la matematica. Di questa vi è stato un ingresso, che a taluno è sembrato invadenza nelle nostre scuole: le cattedre di matematica si sono moltiplicate, mentre la fisica è rimasta contenuta quasi esclusivamente entro i confini dell'unica cattedra, che avea fin dall'origine. Non dispiacerà ai fisici, se io dica che, mentre in Italia esiste una scuola matematica di primo ordine, che ha per conseguenza una produzione matematica degna di grande onore, una scuola fisica di uguale rinomanza non c'è. Per rimanere nel mio campo, dirò che è indispensabile che agli allievi ingegneri vengano dettati corsi di fisica speciali per loro, in cui la maggior importanza sia data alla valutazione quantitativa dei fenomeni, e perciò fondati sul calcolo, e da cui direttamente i giovani possano passare ai corsi applicativi, come le macchine a vapore, l'elettrotecnica, ecc. Io spero che i professori di queste materie siano disposti con me a dichiarare che dagli attuali corsi di fisica i giovani non ci vengono preparati abbastanza. Torino ha dato il buon esempio, istituendo una cattedra di fisica per il suo Politecnico: sia benedetta ancora una volta questa grande madre della nostra Patria. Ed io oserei chiedere con insistenza ai fisici il loro aiuto per ottenere che cattedre di fisica sieno istituite in tutte le scuole di applicazione. Nè si opponga che il Governo non concede: chiedendo e richiedendo, si ottiene tutto ciò che corrisponde a domande ragionevoli: io non conosco rifiuti recisi del nostro Governo.

Ed anche l'insegnamento della fisica dovrebbe essere distribuito in più anni per dar modo ai giovani di impossessarsene bene e, non occorre aggiungere, deve essere confortato con molti esercizi.

La chimica, tranne per qualche specialità, ha minore importanza della fisica, nè ritengo debbasi al suo insegnamento far modificazioni.

Due obiezioni io sento a questo punto, esposto così il nuovo ordinamento delle scuole. I giovani dovranno decidersi subito per l'ingegneria, appena compiuto il Liceo: dovranno scomparire le sezioni di ingegneria dalle Facoltà. Quanto alla prima rispondo che dopo il primo anno potranno ugualmente i giovani tornare alle Facoltà per dedicarsi alla matematica pura od alla fisica; non nuocerà loro qualche nozione di topografia o di qualche altro pratico argomento, nè sarà irrimediabile la mancanza di qualche capitolo di pura matematica. Del resto io credo che pochi di coloro, che si dedicano alla ingegneria, cambino poi strada. I nostri giovani per la maggior parte sono già votati all'ingegneria dall'ambiente della famiglia e degli amici. Al ragazzetto, che si compiace di giocattoli complicati, scompone orologi e fa muovere macchinette a spirito, od a quello che riesce bene in disegno, già il padre e gli amici han detto che ha attitudini per fare l'ingegnere. Taccio poi di quelli, che nelle scuole secondarie riportano ottimi punti nella matematica. Spesso i parenti li contemplano con rispetto: quelli, essi dicono, hanno un talento matematico, e debbono continuare a studiare matematica. E noi ritroviamo infatti questi tre tipi nelle scuole. Quindi la scelta per l'ingegneria per lo più è già avvenuta anche prima dell'ultima classe delle scuole secondarie, e non muta durante la vita universitaria.

La seconda obiezione ha valore pratico maggiore, e deve decidere il Governo se debbano i bienni di ingegneria presso le Facoltà essere soppressi o trasformati così da poter essere considerati come prima parte di scuole d'ingegneria. Se ragioni storiche potenti non prevarranno, naturalmente avverrà la soppressione. Se debbono essere trasformati, la trasformazione sia completa, non monca così da aversi primi bienni deficienti.

L'argomento dell'estensione del campo dell'insegnamento pratico domanda anch'esso che venga premessa qualche definizione. Se per insegnamento pratico si deve intendere l'esposizione minuta di tutti gli apparecchi e di tutte le operazioni, che in un dato stadio della tecnica si adoperano o si eseguono per ottenere un certo risultato, io affermo subito recisamente che questo insegnamento non può esser fatto efficacemente nella scuola, e costituirebbe in ogni caso un'inutile impiego di tempo. Pochi giorni di vita in cantiere istruiscono il giovane più di cento lezioni. Se invece si chiama insegnamento pratico, un insegnamento di tutte le materie tecniche, dettato con spirito pratico, esponendosi i criteri generali, secondo cui tutti i mecca-

nismi debbono essere costruiti, verificati, riparati, e i criteri, i quali debbono presiedere all'ordine delle operazioni da eseguire in un dato lavoro; un insegnamento, in cui molto si parli dell'elemento tempo, materiali e mano d'opera, e quindi dell'elemento spesa, io affermo che questo è l'insegnamento che si deve impartire nelle scuole.

Sento già qualcuno muovere l'osservazione che i giovani usciti dalla scuola fanno la peggior figura nei primi mesi che sono sul cantiere. Io rispondo che la scuola non potrà mai condurre i giovani a tal grado di istruzione pratica che ciò non avvenga. Secondo me, la pretesa che dalle nostre scuole escano ingegneri bell'e fatti, come dalle scuole di medicina escono medici, è fondamentalmente errata. Le scuole di medicina si trovano in condizioni molto diverse. Il malato della clinica non differisce dal malato delle case private, e in clinica si cura e si guarisce nello stesso modo con cui si può curare e guarire in casa. Ma in nessuna scuola di applicazione si potranno mai fare palazzi, ponti, ferrovie; e quindi il nostro allievo non potrà mai andar direttamente a costruire ferrovie, ponti, palazzi.

In America hanno tentato qualche cosa di questo genere, facendo i grandi laboratori di meccanica, e cacciandovi anche locomotive grandi, come quelle che corrono nelle ferrovie. E credete che per questo il giovane, che ha veduto il professore far qualche esperimento con quelle macchine, esca dalla scuola addestrato per la pratica, come intenderebbero coloro che reclamano una pratica istruzione? Gli Americani stessi cominciano a guardare con indifferenza a quei laboratori, e, se dovessero tornar da capo, li costruirebbero su altre basi.

La pratica dell'ingegnere deve esser fatta fuori della scuola, e la pratica completa può esser limitata ad un argomento, perchè un giovane, il quale abbia veduto come si progetta effettivamente, e si eseguisce un edificio di un certo genere, è poi preparato a ben progettare e costruire anche edifici di genere diverso. Ora io propongo per raggiungere questo scopo una soluzione molto semplice. Gli allievi, prima di ottenere il diploma, dovrebbero stare un anno presso qualcuno degli stabilimenti di Stato a loro scelta. Coloro p. es., che desiderano di far pratica in ponti, dovrebbero stare sei mesi presso una sezione del Genio Civile, dove si sta progettando un gran ponte, e sei mesi successivi dove si sta costruendo un ponte. Lo Stato ha ormai tanti lavori continuamente in esecuzione, e in progetto, che potrebbe benissimo collocare tutti i nostri allievi ingegneri, e per qualche specialità si potrebbe ricorrere a qualche officina, come le metallurgiche, in cui pure lo Stato ha ingerenza.

Per riassumere dirò che io ritengo che nelle scuole non si possa fare che la teoria della pratica; che la pratica vera deve essere fatta fuori della scuola, e che non si deve dare il diploma a chi non abbia per un anno fatto della pratica vera.

Un altro vantaggio del sistema consisterebbe in ciò, che lo Stato avrebbe modo di conoscere, e quindi di scegliere con mano molto più sicura i giovani per i suoi vari uffici tecnici.

Venendo ora alla questione delle specializzazioni, dirò che ormai su questa poco è a dire. Credo che quasi tutti sono d'accordo nel ritenere che tre debbono essere le categorie dei tecnici di grado superiore, l'architetto, l'ingegnere civile, l'ingegnere industriale. Non occupandoci del primo, perchè la formazione dell'architetto deve esser fatta con criteri particolari, di cui questa relazione non tratta, rimangono le altre due categorie.

Ciascuna di queste veramente può contenere delle sotto categorie, ma non vi debbono essere altrettanti diplomi speciali. Un tecnico di ordine superiore, come io concepisco, deve conoscere quello che è fondamentale di tutti i rami della tecnica. Chi esegua un progetto di trasporto di forza elettrica deve conoscere la geologia e l'idrologia per scegliere il luogo, l'architettura per disegnare i manufatti, l'idraulica per concepire il canale, un po' di meccanica per collocare le turbine, l'elettrotecnica per tutto il resto. E qualunque progetto venga esaminato si osserverà che quasi sempre i fondamenti della meccanica pratica, delle costruzioni con i vari materiali, dell'idraulica, della teoria delle macchine, debbono essere conosciuti dall'ingegnere, che lo rediga o presieda all'esecuzione. E si aggiunga qualche corso di scienze economiche e di materie legali. Ora sono questi appunto i corsi di tutte le nostre scuole, che debbono essere comuni a tutti gli allievi.

Ma non prolungo questo esame perchè, come ho detto, oramai tutti o quasi tutti sono d'accordo che la maggior parte della scuola può essere comune a tutti: che nell'ultimo biennio si può distinguere fra ingegneri civili e industriali; e che nell'ultimo anno si può offrire a ciascun giovane la scelta di alcuni corsi speciali per formarsi anche una cultura speciale in qualche ramo, oltre quella generale, che deve costituire veramente la base delle sue cognizioni.

Il perito deve essere uno specialista, un ingegnere deve essere un generico. Come si comporterebbe per es. uno specialista in caso di guasto di una parte di un impianto, che non appartenesse alla sua specialità? O la sua cultura dovrebbe essere estesa anche agli altri rami, perchè non gli accada che si trovi troppo imbarazzato in molti casi, ed allora si ricade nel nostro programma, o la maggior parte delle opere esigerebbe pel loro funzionamento un gran numero di tecnici, ciascuno dei quali starebbe in riposo pel maggior tempo.

Nè si taccia che, mentre un giovane ha stabilito fino dalle scuole secondarie se farà l'ingegnere o il medico, la maggior parte, anche quando abbandona le porte dell'Università, non sa ancora se andrà a costruire una ferrovia od una caserma. Ogni diploma superiore deve aprire un fascio di vie, non una via sola.

Prima di chiudere questa relazione, mi sia lecito anche un'altra osservazione.

Modificati gli ordinamenti, formulati i programmi, riordinate le scuole, mancano ancora due elementi per il buon successo, uno dei quali si riferisce agli insegnanti, e l'altro al pubblico. I primi non debbono dimenticare che lo

insegnamento non è una professione pura e semplice: essa è un sacerdozio, ai cui doveri quindi si soddisfa soltanto, quando alla scuola venga tenuto rivolto lo sguardo con assoluta continuità. Forse a me fa velo lo sconfinato amore, che per la scuola ho avuto fino da giovane, e il mio giudizio diventa troppo severo, ma a me non pare che il metodo d'insegnamento, che prevale nelle nostre Università, sia il migliore. Molti dei nostri corsi sono piuttosto corsi di conferenze, che vere lezioni. Fra gli allievi è diffusa l'opinione che per molte materie è inutile andare a scuola: basta leggere le dispense qualche giorno prima dell'esame. Maledette quelle dispense! Forse la decadenza delle scuole è cominciata il giorno, in cui le dispense le ha invase. Ma se gli allievi trovano che delle lezioni si può fare a meno, qualche ragione vi deve essere. L'origine di questa opinione non può ritrovarsi nella cattiva volontà degli scolari: questi piuttosto sono migliorati con l'intensificarsi della lotta per la vita. Giovani studiosi, e intelligenti, non mancano: il desiderio di ottenere un buon diploma, e la volontà di dedicare a questo scopo tutti gli sforzi necessari è comune; se mai, gli studenti oggi son troppo seri: io ho conosciuto veri eroi civili, i quali, dovendo rimanere molte ore del giorno in un ufficio modesto, come quello di ufficiale telegrafico, o di aiutante del genio civile, hanno rubato allo svago e al sonno il tempo per seguire i nostri corsi, e pure in mezzo a difficoltà grandissime, anche economiche, aggravate talvolta dai bisogni di una famiglia diretta, sono riusciti alla desiata meta, ed hanno così saputo elevarsi con forze proprie nel livello sociale. Quando la persuasione che si può fare a meno di andare a scuola è diffusa, vuol dire che, se non inutile, per lo meno la scuola è poco utile. E ciò accade, perchè sono troppo deboli i rapporti fra scolari e professori, che dovrebbero svolgersi mediante interrogatori, discussioni, applicazione del metodo socratico, visite ad officine e lavori fuori della scuola; lo stesso corso di lezioni non deve essere una serie di esposizioni, le quali stenografate formino un trattato della materia, ma il commento ad un trattato già fatto, ed adottato come libro di testo.

Anche il pubblico dovrebbe interessarsi di più delle nostre scuole. Esso esponga pure i suoi desideri, e le sue critiche: la discussione si accenda, e si faccia la luce. Le istituzioni, di cui non si parla, non sono istituzioni vive; ed una scuola, specialmente di ingegneria, ha da essere un'istituzione viva. I contatti fra le scuole di ingegneria e gli industriali, i professionisti, il pubblico che commette lavori, dovrebbero essere continui: l'industriale dovrebbe cercare nella scuola la risoluzione dei problemi tecnici della sua industria, il professionista dovrebbe cercare nella scuola i consigli per i suoi progetti, o per la scelta delle macchine e degli apparecchi da acquistare: il fabbricante dovrebbe dalla scuola avere il giudizio sui suoi prodotti. Accade questo da noi, mentre accade su larga scala in Germania? In Italia il professore universitario riceve da molte categorie di persone un trattamento singolare. O viene considerato come un essere superiore, inaccessibile, al quale non si debba ricorrere che in circostanze singolari, o, e questo è il caso più frequente, viene considerato come un uomo sfornito di qualunque senso pratico, al quale non si debba ricorrere mai per consigli relativi alla vita pratica. Ora questo giudizio del pubblico dovrebbe modificarsi: il pubblico alle scuole si dovrebbe

avvicinare di più, e allora si accorgerebbe che qualche valore, anche pratico, i professori pure l'hanno, e quando delle scuole si interessasse il pubblico, se ne interesserebbe anche il Governo, il quale veramente finora ha rivolto ben raramente il suo sguardo verso le scuole tecniche.

E quali sono i mezzi per avvicinare maggiormente il pubblico alle scuole? A mio avviso, questi mezzi sono parecchi, ma i principali sono due. I professionisti e gli industriali debbono essere chiamati a prender parte al governo delle scuole. Nel consiglio direttivo di queste un rappresentante dei corpi tecnici dello Stato, come il Genio civile, il corpo tecnico delle ferrovie, ecc., ed un rappresentante delle Associazioni tecniche porterebbero una voce degna di essere ascoltata. Anche tutti gli esami speciali dovrebbero essere presenziati da ingegneri non appartenenti al corpo degli insegnanti.

L'altro mezzo è quello dei laboratori. Occorre provvedere ai laboratori in due modi: prima di tutto lo Stato non dovrebbe fondare altri laboratori al di fuori delle scuole. Ciò invece non è. Per es., le ferrovie hanno un laboratorio loro speciale, alcuni uffici del Genio civile macchine per la prova dei materiali. Al contrario io credo che i laboratori dovrebbero essere tutti appoggiati alle scuole: essi debbono servire per tutte le esigenze dello Stato in prima linea, e poi dei privati: debbono essere aperti ai tecnici di tutte le amministrazioni dello Stato per prove, per studi anche originali, ecc., ma debbono essere alle dipendenze delle scuole. Altrimenti si fanno duplicati, che vanno a danno di tutti con consumo inutile di danaro; e si possono anche commettere errori tecnici, perchè non basta avere le macchine; occorre un personale, il quale, vivendo continuamente in mezzo ad esse, ottenga con la maggior rapidità e la maggior esattezza possibile i risultati, che da queste macchine si possono ottenere. E, raccolte le forze, ora sparse, fuori delle scuole, lo Stato deve aggiungere quel che è necessario per portare i laboratori al livello, che le moderne esigenze richiedono. Non spaventi la spesa; si pensi che oggi sono gli ingegneri che fanno la ricchezza delle nazioni; che la grandezza industriale della Germania dipende anche dal lavoro dei suoi laboratori; che una sola dreadnought costa il doppio di quello che basterebbe per formare nelle nostre scuole laboratori di primo ordine: che il tempo è passato, in cui bastava la ceralacca o il cartone per fare una scoperta: tecnica e scienza attraversano un periodo di perfezionamento, durante il quale ogni lavoro importante esige mezzi costosi: che il nostro Paese ha forza d'intelletto pari allo splendore del suo sole, per cui è colpa negargli i mezzi per gareggiare con i paesi più progrediti.

Le conseguenze di questo sistema sono evidenti. Concentrare i laboratori, vuol dire concentrare anche le forze intellettuali. Gli egregi giovani, che lavorano nei laboratori di Stato, lontani dalle scuole, diventerebbero ottimi assistenti di queste, godendo del loro stipendio e di un piccolo assegno: i laboratori pubblicherebbero lavori, che interesserebbero il pubblico, e questo si avvicinerebbe alle scuole; e, stimolato questo maggior contatto delle scuole col pubblico, anche in Italia si avrebbero mecenati che darebbero fondi per accrescere i laboratori stessi. Chi deve oggi pensare a ciò, quando conosca il poco credito che le scuole godono presso le stesse amministrazioni dello Stato?

Quando lo Stato ha bisogno di ingegneri per le ferrovie o pel genio civile o per le miniere, esso bandisce concorsi con esami, che sono una ripetizione di quelli di diploma fatti a breve scadenza, nessuno ha mai capito perchè, mentre sarebbe tanto semplice scegliere fra i migliori giovani usciti dalle scuole. Se le ferrovie hanno bisogno di provare i propri materiali, compresi quelli elettrici, sentono il bisogno di farsi un laboratorio, come se non si potesse sapere mediante i laboratori delle scuole quale è il carico di rottura di una sbarra di ferro, o la tensione sufficiente a fulminare un isolatore. Debbono allora cominciare i privati a dar credito alle Scuole? Queste sono verità, che possono far impressione; ma io non esito a dichiararle, appunto per questo.

Ho detto incidentalmente che è anche necessario richiamare verso la scuola gli studiosi delle amministrazioni tecniche dello Stato. E sento il bisogno di tornare su questo argomento. Per le nostre scuole non si trovano più assistenti, e ciò significa che fra qualche anno forse non si troveranno più professori. Per rimediare a questa mancanza non basterebbe aumentare un poco lo stipendio, o trasformare la natura dell'assistente in quella di un impiegato con diritti a pensione e sessenni. L'assistente deve essere un giovane, che dopo pochi anni salga alla cattedra, od entri nella professione. Io non concepisco assistenti anziani. Ma anche nei pochi anni di assistentato questo giovane deve vivere: d'altra parte non tutto il suo tempo è occupato nella scuola: quindi egli può far qualche altra cosa, e il meglio è che lavori alla dipendenza del professore o di qualche altro funzionario dello Stato in argomenti relativi alla materia, per cui presta ufficio di assistente. Oltracciò è necessario che direttamente e senz'altre prove, cessato il suo servizio come assistente, gli sia aperta una carriera. Perchè gli esami sono una prova, che sgomenta e, passato il periodo della prima giovinezza, si accetta assai difficilmente questa prova. Ecco perchè parecchi concorrono al genio civile o ad altri uffici appena laureati. Ora sarebbe molto facile reclutare gli assistenti dagli uffici governativi (scuole secondarie per le materie teoriche; genio civile, ferrovie ecc., per quelle pratiche) comandando a richiesta, e sotto determinate condizioni di merito, i giovani impiegati a far l'assistente presso le scuole. Il lavoro di progetti, prove di laboratorio, ecc., di questi giovani potrebbe anche essere retribuito a parte per costituire un piccolo aumento del loro stipendio, o potrebbe venir dato loro un assegno speciale. Fatto l'assistente per qualche anno, quel giovane tornerebbe al suo ufficio con corredo di cognizioni preziose, ed avendo reso alla scuola un altrettanto prezioso servizio, perchè vi avrebbe portato le esigenze ed i metodi della sua pratica. Questa specie di osmosi ed esosmosi di uomini e di lavoro fra le amministrazioni tecniche dello Stato e le scuole sarebbe di grandissima utilità. E indirettamente si risolverebbe a poco a poco l'altro problema non meno grave, il reclutamento dei professori, che cominciano ad essere assai scarsi. Anche qui non è tutta questione di danaro. Nella lotta fra Stato e privati per aspirare le migliori intelligenze, il privato vincerà sempre. Cresca lo Stato i suoi stipendi: i privati pagheranno di più, e lo Stato si troverà dinanzi a richieste di nuovi aumenti indefinitamente. Quando invece il professore sappia che egli è parte di un organismo forte, accreditato, da cui veramente irradia tutto il tecnico sapere, che Stato e privati si rivolgono a

lui per la risoluzione dei problemi difficili, e ciò gli potrà recare anche vantaggi materiali, indubbiamente a tali posizioni la parte più intelligente e più amante dello studio aspirerà.

Ed avrei finito, o Signori, se non volessi ancora manifestare un desiderio. Ciò che io ho detto, è il risultato di una ormai lunga esperienza e di un grande amore alla scuola. Esporlo non mi è costata nessuna fatica, perchè le idee si sono a poco a poco orientate nella testa, ed ormai sono diventate, direi quasi, parte di me stesso. Le ho esposte senza limare la forma, direi quasi rozza-mente, perchè ho voluto che l'esposizione non diventasse un componimento, ma restasse come l'esplosione del mio animo.

Non temo perciò che la piccola fatica sia vana. Ma il mio amore e la mia esperienza riuscirebbero assai mortificati quest'oggi, se le mie parole non accendessero alcuna discussione, e la discussione non giungesse ad alcun risultato positivo. Io credo che si debba formulare un ordine del giorno, e si debba nominare una commissione, che lo presenti al Ministro della pubblica istruzione, e nella prossima riunione annuale riferisca per esporre i risultati ottenuti o le difficoltà incontrate. La Commissione dovrebbe potersi aggregare tutti gli elementi che gli paressero più adatti ad aumentarle autorità, dovrebbe muovere, se è necessario, la pubblica opinione per mezzo della stampa politica, conferire con deputati, con senatori, con industriali, con capi di pubbliche amministrazioni, ed insomma mettere in opera tutti i mezzi, che si dimostrino necessari perchè il problema venga discusso e risolto.

Nell'attuale Ministro, io credo, dobbiamo aver fiducia: spero che anche il prossimo anno, quando la Commissione, che mi auguro vorrete nominare, avrà riferito, egli sieda ancora alla Minerva, e noi gli possiamo questa fiducia confermare.

N. 5.

SULL'USO DEL WATTMETRO DINAMOMETRICO A FREQUENZE ELEVATE

*Comunicazione del Socio ALBERTO DINA, presentata alla Sezione di Palermo
nella riunione del 18 aprile 1912*

Se si usa un wattmetro dinamometrico ben costruito in un circuito a corrente alternativa, l'unica correzione da apportare all'indicazione dell'istrumento, per dedurne con esattezza il valore della potenza fornita da una sorgente o consumata in un apparecchio, è quella corrispondente alla potenza dissipata, a seconda delle connessioni, nell'una o nell'altra delle sue bobine.

Crescendo la frequenza, possono però rendersi sensibili anche altri errori, fra cui i principali sono quelli dipendenti dall'autoinduzione della bobina mobile, dalla mutua induzione fra le due bobine e dalle correnti parassite.

Queste ultime esercitano un'azione deviatrice sulla bobina mobile, la cui valutazione si sottrae al calcolo. Ma esse possono venire evitate od almeno diminuite in misura tale da renderle innocue, anche a frequenze notevolmente superiori alle normali, mediante la riduzione al minimo possibile dei sostegni metallici e la suddivisione del rame della bobina fissa.

Ci limiteremo quindi alla considerazione degli errori, che l'autoinduzione della bobina mobile e la sua mutua induzione colla fissa possono provocare in misure wattmetriche a frequenze elevate, riferendoci ad un istrumento ideale completamente esente da correnti parassite, o ad un istrumento reale, che, essendo costruito colle parti metalliche sufficientemente suddivise, goda praticamente di tale proprietà fino ad un opportuno limite della frequenza.

Nella teoria ordinaria del wattmetro si considera soltanto l'errore dovuto all'autoinduzione della bobina mobile, e si mostra che a frequenze usuali basta un facile espediente per renderlo trascurabile. Dell'induzione mutua non vi è da tener conto pei tipi di wattmetro a riduzione a zero, venendo in questi la bobina mobile ricondotta sempre nella posizione iniziale, ortogonale alla bobina fissa. Ma oggidì il tipo di wattmetro generalmente usato è quello a lettura diretta, nel quale la bobina mobile assume una posizione variabile da misura a misura. In un simile wattmetro l'influenza della mutua induzione è del tutto trascurabile a frequenze usuali, ma la coppia di rotazione corrispondente cresce, come vedremo, col quadrato della frequenza.

Naturalmente l'importanza dei due errori dipende, oltre che dalla frequenza e dalle altre condizioni della misura, dai valori dei coefficienti di auto e di mutua induzione, i quali sono andati di mano in mano diminuendo nelle costruzioni, sempre più perfezionate, dei wattmetri di precisione. Se ciò ha esteso il campo delle frequenze, per le quali gli errori considerati riescono il più delle volte trascurabili, questi riappaiono però a frequenze maggiori.

In quanto segue ci riferiremo ad un wattmetro a lettura diretta col circuito voltmetrico più semplice, che consta cioè, come suppone la teoria ordinaria, soltanto della bobina mobile e della resistenza in serie, e precisamente, per fissare le idee, ad un wattmetro Siemens di questo tipo. (*)

**

Chiamiamo:

E il valore effettivo della tensione impressa, che supporremo in questo capitolo di forma sinusoidale,

I il valore effettivo della corrente nel circuito esterno di resistenza ϱ e di coefficiente di autoinduzione λ ,

$\varphi = \arctan \frac{\omega \lambda}{\varrho}$ lo sfasamento fra tensione e corrente esterna,

L il coefficiente di autoinduzione della bobina mobile del wattmetro,

$M = f(\alpha)$ il coefficiente di mutua induzione fra le due bobine, di valore variabile colla deviazione α ,

r la resistenza complessiva della derivazione voltmetrica del wattmetro,

$\varepsilon = \arctan \frac{\omega L}{r}$,

$\nu = \frac{\omega}{2\pi}$ la frequenza.

Riguardo ad *M* osserviamo, che nei wattmetri Siemens con un'opportuna costruzione della bobina fissa si ottiene che il campo, in cui si muove la bobina voltmetrica, abbia una distribuzione radiale; epperò, se il coefficiente di m. i. ha il valore M_0 quando la bobina mobile è nella posizione di riposo, che forma l'angolo di 45° colla bobina fissa, esso acquista il valore $M_0 \frac{90^\circ - 2\theta}{90^\circ}$

quando la prima forma l'angolo θ colla seconda, sicchè *M* varia linearmente con θ e quindi colla lettura α . Dall'espressione di *M* risulta inoltre che, se esso è positivo per θ compreso fra 0° e 45° , deve venir ritenuto negativo per

(*) In un tipo recente di wattmetro, quello a compensazione di temperatura, il circuito voltmetrico è più complicato. (In serie alla bobina mobile è inserita una resistenza di manganina, in parallelo al loro complesso una resistenza pure di manganina; una resistenza in serie a questo gruppo porta il valore totale della resistenza del circuito voltmetrico nell'interno dell'istrumento a 1000 Ohm).

θ compreso fra 45° e 90° . (Il flusso concatenato colla bobina mobile l'attraversa nei due casi penetrando per l'una o per l'altra delle sue facce). Ne consegue che la f. e. m. di m. i. ha direzioni opposte per posizioni della bobina mobile, che corrispondono alle due metà della scala.

Della tensione impressa E una componente, in quadratura con I , neutralizza la f. e. m. di m. i., mentre la rimanente genera la corrente che scorre nella bobina mobile, la quale si può quindi riguardare come la risultante delle correnti, che genererebbero separatamente la tensione impressa E e la f. e. m. di m. i. ωMI , agendo agli estremi della derivazione voltmetrica. Il valore effettivo della prima è $i = \frac{E \cos \varepsilon}{r}$, quello della seconda $i' = \frac{\omega MI \cos \varepsilon}{r}$; entrambe sono in ritardo di ε rispetto alla tensione corrispondente, e quindi rispetto ad I la prima risulta sfasata dell'angolo $\varphi - \varepsilon$, la seconda (per M positivo) dell'angolo $90^\circ + \varepsilon$.

Esse, reagendo sul campo generato dalla I , danno luogo a coppie di rotazione, che in valore assoluto sono rispettivamente proporzionali a $I i \cos(\varphi - \varepsilon)$ e a $I i' \sin \varepsilon$. Mediante connessioni opportune (cioè invertendo al caso il senso di una delle correnti I ed i) si fa sempre in modo che la prima coppia risulti ripulsiva, cioè dia luogo a una deviazione positiva. La seconda coppia invece può riuscire repulsiva od attrattiva in dipendenza della posizione della bobina mobile; ed invero, a seconda che M è positivo o negativo, la i' scorre nella bobina voltmetrica in un senso o nel senso opposto, sicchè la coppia risulta nei due casi di segno contrario. Essa tenderebbe sempre, se non vi fosse un momento antagonista, a disporre la bobina mobile nella posizione ortogonale alla bobina fissa, dove la coppia si annulla, epperò per effetto della m. i. la deviazione viene aumentata nella prima metà della scala, diminuita nella seconda.

Se K è un'opportuna costante dell'istrumento, possiamo quindi scrivere in generale:

$$K \alpha = I \frac{E \cos \varepsilon}{r} \cos(\varphi - \varepsilon) + I \frac{\omega MI \cos \varepsilon}{r} \sin \varepsilon,$$

dove M è positivo o negativo a seconda della regione della scala in cui si trova l'indice.

Moltiplicando per r , e mettendo in evidenza l'espressione $W = EI \cos \varphi$ della potenza, risulta:

$$K r \alpha = EI \cos \varphi \left(\frac{\cos \varepsilon \cos(\varphi - \varepsilon)}{\cos \varphi} + \frac{\omega MI}{E} \frac{\cos \varepsilon \sin \varepsilon}{\cos \varphi} \right)$$

o, dopo alcune trasformazioni trigonometriche,

$$K r \alpha = W \cos^2 \varepsilon (1 + \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \varepsilon + \frac{\omega MI}{E \cos \varphi} \operatorname{tg} \varepsilon)$$

da cui:

$$W = K r a \frac{1 + tg^2 \varepsilon}{1 + tg \varepsilon \left(tg \varphi + \frac{\omega M I}{E \cos \varphi} \right)} \quad (1)$$

formola, che per $M = 0$ coincide con quella generalmente nota.

Poichè $\frac{E \cos \varphi}{I}$ è uguale alla resistenza ϱ del circuito esterno e $tg \varphi = \frac{\omega \lambda}{\varrho}$ si può anche scrivere:

$$W = K r a \frac{1 + tg^2 \varepsilon}{1 + \frac{\omega (\lambda + M)}{\varrho} tg \varepsilon}$$

L'azione della mutua induzione si esplica quindi, come se il coefficiente di autoinduzione del circuito esterno venisse, a seconda del segno di M , aumentato o diminuito del coefficiente di mutua induzione fra le bobine.

Le denominazioni di errore per a. i. e di errore per m. i. sono improprie giacchè, come mostra la formola, entrambi dipendono in ugual modo dall'autoinduzione della bobina mobile: il primo in concomitanza all'autoinduzione del circuito esterno, il secondo in concomitanza alla mutua induzione fra le bobine dell'istrumento.

Per applicare praticamente la formola (1), si deve mediante misure preliminari determinare innanzitutto $tg \varepsilon$ e $M = f(\alpha)$. Per ogni misura poi, non essendo conosciuto a priori l'angolo φ , si ricava un primo valore approssimato del suo coseno dai valori della tensione, della corrente e della potenza espressa semplicemente da $K r a$; introducendo questo valore di $\cos \varphi$ e la corrispondente $tg \varphi$ nella formola, si ottiene per la potenza un valore più vicino al vero, dopodichè si continua con analogo andamento a successive approssimazioni.

Questo procedimento però è lungo e seccante, soprattutto se lo sfasamento φ è notevole, sicchè sarebbe praticamente interessante di poterlo semplificare.

A frequenza normale la cosa è notoriamente facile, potendosi rendere il fattore di correzione, salvo una differenza di nessun conto, uguale all'unità, semplicemente collo scegliere la resistenza ohmica del circuito derivato molto grande rispetto alla sua resistenza induttiva, cioè facendo piccolissima $tg \varepsilon$. Questo ripiego però, pur attenuando gli errori, riesce insufficiente a frequenze notevolmente più elevate delle normali (e persino a frequenze usuali per valori molto grandi di $tg \varphi$), a meno di ridurre eccessivamente la sensibilità delle misure in corrispondenza ad un aumento rilevante della resistenza r .

A frequenze elevate si deve quindi ricorrere ad altri espedienti, pur mantenendo nella derivazione voltmetrica la stessa resistenza come per frequenze ordinarie, avendo essa altresì l'ufficio di limitare la corrente al valore lecito per l'avvolgimento della bobina mobile. Si noti che, dovendo la resistenza

aumentare col valore della tensione, $tg \varepsilon$ è tanto più grande, e quindi il fattore di correzione, a parità delle altre circostanze, tanto più diverso dall'unità, quanto più bassa è la tensione.

L'idea, che si presenta più spontanea, è quella di inserire in serie nel circuito derivato una capacità $C = \frac{1}{\omega^2 L}$, in modo da annullare $tg \varepsilon$. Anche a prescindere dalla formola è chiaro, che in una tale condizione di risonanza non solo resta neutralizzato l'effetto dell'autoinduzione, ma viene nello stesso tempo annullata l'influenza dell'induzione mutua; di fatti la componente della corrente voltmetrica, che corrisponde alla f. e. m. di m. i., riuscendo allora come questa in quadratura colla corrente della bobina fissa, non può dar luogo ad un momento di rotazione. Questo metodo è stato recentemente proposto da *Behne*, che l'ha applicato a misure alla frequenza di 500 $\frac{\text{per.}}{\text{sec.}}$ con un wattmetro del tipo speciale a compensazione di temperatura. (*)

L'espedito accennato, se per tensioni sinusoidali risolve completamente la questione dal punto di vista teorico, può tuttavia incontrare delle difficoltà nella sua applicazione pratica.

Ed invero, poichè si può ritenere che nelle diverse costruzioni di precisione L abbia un valore compreso fra 0,01 e 0,005 Henry, la capacità necessaria ad es. per una frequenza di 500 $\frac{\text{per.}}{\text{sec.}}$ sarebbe compresa fra circa 10

e 20 microfarad, a 1000 $\frac{\text{per.}}{\text{sec.}}$ fra circa 2,5 e 5 mf. e così via. Occorrono quindi spesso condensatori di capacità rilevante, con molte suddivisioni (per essere adattabili con esattezza alle varie frequenze), e di ottima qualità (cioè a mica e non a carta), affinchè essi, presentando perdite trascurabili anche a frequenze elevate, non vengano ad introdurre nel circuito una resistenza fittizia, che alteri in modo difficilmente valutabile il valore della resistenza nel circuito derivato; in una parola i condensatori necessari riescono molto costosi.

Sì potrebbe pensare di diminuire, quando sia opportuno, la capacità richiesta, inserendo anche un'autoinduzione addizionale L' in serie; ma il ripiego è pericoloso, perchè, per un dato divario percentuale $dC = \frac{p}{100} C$ oppure $d\omega = \frac{p}{100} \omega$ dal valore C od ω corrispondente alla condizione di risonanza:

$$L + L' - \frac{1}{\omega^2 C} = 0$$

, l'autoinduzione residua, cioè non compensata, riesce uguale al differenziale corrispondente di $L + L' - \frac{1}{\omega^2 C}$, vale a dire a

$$\frac{dC}{\omega^2 C^2} = \frac{dC}{C} \frac{1}{\omega^2 C} = \frac{p}{100} (L + L')$$

(*) *Elektrotechnik und Maschinenbau*, 26 marzo 1911.

oppure a

$$\frac{2 d\omega}{\omega^3 C} = 2 \frac{d\omega}{\omega} \frac{1}{\omega^2 C} = \frac{2 p}{100} (L + L')$$

ed è quindi proporzionale al valore dell'autoinduzione totale, che effettivamente esiste nel circuito.

La capacità necessaria diminuisce rapidamente coll'aumentare della frequenza; ma, se la condizione di risonanza nel circuito voltmetrico fosse verificata soltanto approssimativamente, l'autoinduzione residua (di cui abbiamo trovato or ora i possibili valori) può ancora dar luogo, specialmente quando lo sfasamento φ nel circuito esterno è rilevante, ad un errore di misura, che riesce tanto meno trascurabile quanto più elevata è la frequenza.

La struttura della formola (1) mostra, che in essa una semplificazione radicale si può raggiungere soltanto annullando $tg \varepsilon$, come si ottiene col metodo precedente. Tuttavia, se non è a disposizione un condensatore coi requisiti voluti, possono riuscire utili alcuni artifici, che hanno soltanto lo scopo più modesto di rendere le misure più spicciative di quanto comporti la pura applicazione della formola (1). Questo scopo si può raggiungere il più delle volte considerando separatamente i due errori.

Alla deviazione α se ne può sostituire un'altra spoglia dell'errore di m. i. nel modo seguente:

Essendo la bobina fissa attraversata ancora dalla stessa corrente usata nella misura, si chiuda la derivazione voltmetrica, senza modificarne la resistenza, su se stessa. La deviazione β , che così si ottiene, è dovuta soltanto all'effetto della m. i., e quindi per tale deviazione β la correzione per m. i. è $-\beta$. Inoltre per la deviazione media della scala, in corrispondenza alla quale le due bobine sono ortogonali, la correzione è zero; ed allora per ogni altra deviazione la correzione, espressa in divisioni della scala, si deduce subito dalle due accennate, osservando che, essendo il coefficiente di m. i. una funzione lineare della deviazione, lo stesso avviene della correzione corrispondente.

Se si devono eseguire molte misure in condizioni diverse, non è necessario ripetere ogni volta l'esperimento del corto circuito della derivazione voltmetrica, ma ne basterà uno solo, nel quale opportunamente si farà attraversare la bobina fissa da una corrente sinusoidale della più alta frequenza disponibile ν_0 (purchè non eccessiva, avuto riguardo alla formazione di correnti parassite) e di intensità I_0 uguale o vicina al massimo valore lecito, non lasciando nel circuito voltmetrico altra resistenza all'infuori di quella contenuta in modo fisso nell'istrumento, così da rendere quanto più è possibile sentito l'effetto della mutua induzione. Per una terna qualunque di valori I, ν, r la correzione relativa ad una data deviazione si ricava da quella, corrispondente per la stessa deviazione alla terna I_0, ν_0, r_0 , moltiplicandola per il rapporto

$$\left(\frac{\nu I}{r}\right)^2 : \left(\frac{\nu_0 I_0}{r_0}\right)^2$$

Difatti se δ è quella parte della deviazione, che corrisponde all'effetto della m. i. (o, ciò che torna lo stesso, se $-\delta$ è la correzione relativa), a tenore dell'espressione generale della coppia si ha:

$$K\delta = \frac{\omega M I^2}{r} \cos \varepsilon \sin \varepsilon = \frac{\omega M I^2}{r} \frac{\operatorname{tg} \varepsilon}{1 + \operatorname{tg}^2 \varepsilon}$$

Poichè $\operatorname{tg}^2 \varepsilon$ anche a frequenze elevate è piccolo rispetto all'unità, ed inoltre, trattandosi qui di una correzione, non è necessaria una grande esattezza nella sua valutazione, possiamo con ottima approssimazione scrivere più semplicemente:

$$K\delta = \frac{\omega M I^2}{r} \operatorname{tg} \varepsilon = (2\pi)^2 L M \left(\frac{\nu I}{r} \right)^2$$

e cioè, a parità di M e quindi di α , δ è proporzionale a $\left(\frac{\nu I}{r} \right)^2$. (*)

La correzione per m. i. riesce spesso, data la piccolezza del prodotto LM , di importanza secondaria, ed è sempre di nessun conto per frequenze vicine alle ordinarie. Per un dato strumento, dopo l'esperimento del corto circuito, è facile stabilire, basandosi sulle leggi secondo cui varia la correzione, un valore del rapporto $\frac{\nu I}{r}$, al disotto del quale l'influenza della mutua induzione, tenuto conto dell'esattezza che si vuol raggiungere, riesce trascurabile nella regione iniziale della scala, e quindi tanto più nelle altre regioni. La sua influenza però a frequenze sufficientemente elevate può riuscire notevole, soprattutto a tensioni basse, che richiedono una resistenza r relativamente piccola.

Un altro artificio per eliminare l'effetto della m. i., praticamente più comodo del suaccenato, ma che richiede l'uso di un strumento ausiliare, consiste nell'introdurre nel circuito voltmetrico una f. e. m., che riesca per ogni deviazione uguale e contraria a quella di mutua induzione. Una simile f. e. m. può essere fornita da un sistema di bobine identiche a quelle del wattmetro e che si trovino nell'identica posizione relativa, essendo inoltre le bobine ampermetriche del wattmetro e del sistema ausiliare inserite in serie e le voltmetriche in opposizione, o viceversa.

(*) Se invece di esprimere la correzione di m. i. in divisioni della scala, la si esprime in watt ($= -K\delta$) essa risulta proporzionale a $\frac{\nu^2 I^2}{r}$.

Ripetendo l'esperienza del corto circuito per diverse posizioni dell'indice (in cui esso viene portato meccanicamente), si può verificare se la deviazione si annulla effettivamente in corrispondenza alla mezzaria della scala; un'eventuale divergenza, dovuta a piccole inesattezze di costruzione o di montaggio, nulla toglierebbe però all'applicabilità sostanziale del metodo.

Per lo scopo che abbiamo di mira non si può però usare senz'altro un secondo wattmetro uguale a quello di misura, perchè, dovendo le connessioni di una sua bobina riuscire invertite rispetto a quelle della corrispondente bobina del primo wattmetro, uno degli strumenti tenderebbe a dare una deviazione negativa, e non si realizzerebbe affatto la condizione voluta dell'uguaglianza di posizione delle due bobine mobili rispetto alle fisse. È quindi necessario di spostare meccanicamente l'indice di uno degli strumenti, per fargli occupare la stessa posizione dell'indice dell'altro; ed allora, poichè un strumento perde il suo carattere di wattmetro, si può anche adoperare una costruzione di strumento ausiliare (o meglio di pseudo-strumento), più comoda e nello stesso tempo più a buon mercato, nella quale la bobina mobile venga comandata dall'esterno mediante un bottone, e manchino le parti ora superflue, quali le molle di torsione e l'apparecchio di smorzamento delle oscillazioni; per ottenere però valori semplici per le costanti del gruppo misuratore, converrà aggiungere anche nello pseudostrumento (analogamente a quanto si pratica nei wattmetri) una resistenza in serie alla bobina voltmetrica, portando la resistenza del loro complesso a 1000 Ohm.

La misura si effettuerà allora nel modo seguente: Sia γ la deviazione del wattmetro, mentre l'indice dello strumento ausiliare è a zero; girando il bottone, si dia anche all'indice di quest'ultimo la stessa deviazione γ ; con ciò la f. e. m. di m. i. risultante nel circuito voltmetrico complessivo viene alterata, tendendo ad annullarsi, sicchè la deviazione del wattmetro non potrà conservare il valore γ , ma ne assumerà un altro γ' , più vicino a quello che si otterrebbe, se non esistesse mutua induzione fra le bobine; si dia allora anche allo pseudostrumento la deviazione γ' e così via. In una parola si faccia inseguire per spostamenti successivi, oppure anche mediante un movimento graduale, il primo indice dal secondo, finchè entrambi segnino la medesima deviazione, condizione questa che praticamente si può raggiungere mediante una manovra brevissima.

Un medesimo strumento ausiliare serve ad eliminare l'errore di m. i. qualunque sia la frequenza, ed il suo costo è limitato. Si può però osservare, che in seguito al suo uso viene raddoppiata l'autoinduzione del circuito voltmetrico, e di conseguenza, se in questo si mantiene la stessa resistenza come per l'impiego di un solo wattmetro, anche l'errore per autoinduzione resta duplicato. Quest'ultimo però verrà poi opportunamente eliminato o corretto, sicchè quel che importa è l'inesattezza, che si può commettere nella valutazione della correzione corrispondente; ora, poichè la correzione, anche se raddoppiata, è solitamente di non grande importanza rispetto al termine principale, l'inesattezza nella sua valutazione, in generale già piccola per se stessa, si ripercuote percentualmente in grado di gran lunga minore sul risultato finale della misura. Se invece si mantiene costante l'errore per autoinduzione duplicando la resistenza, diminuisce la sensibilità della misura, restando raddoppiato l'errore relativo di lettura. A meno di casi estremi tanto l'uno che l'altro inconveniente sono leggieri; tuttavia, sia perchè questi esistono che per il costo dell'istrumento ausiliare, non varrà la pena di preferire questo metodo al precedente, se non quando si debbano eseguire numerose misure, per le quali l'influenza della m. i. sia relativamente importante.

Spogliata la lettura con uno dei metodi indicati dall'errore di induzione mutua, la formula (1) si riduce all'espressione nota:

$$W = K\alpha \frac{1 + tg^2 \varepsilon}{1 + tg \varepsilon tg \varphi} \quad (2)$$

, che è naturalmente applicabile anche al gruppo di due strumenti, purchè si introduca per $tg \varepsilon$ il valore corrispondente all'autoinduzione e alla resistenza complessiva del circuito voltmetrico.

Usando questa formola, per quanto più semplice della (1), si andrebbe ancora incontro al seccante procedimento per successive approssimazioni; ma il più delle volte al suo uso si potranno sostituire metodi più spicciativi.

I due artifici che indicheremo in proposito si riferiscono l'uno a sfasamenti rilevanti nel circuito esterno, che provocano deviazioni piccole, l'altro invece a sfasamenti meno sentiti, o, più esattamente, a deviazioni relativamente grandi, quali sono appunto quelle che si ottengono per sfasamenti esterni non molto notevoli, quando tensione e corrente sono abbastanza vicine ai limiti massimi leciti per l'istrumento scelto. (*)

Osserviamo dapprima che la formola (2) si può scrivere:

$$W = K\alpha (1 + tg^2 \varepsilon) - W tg \varepsilon tg \varphi$$

od anche, sostituendo nel secondo membro $E I \cos \varphi$ a W ,

$$W = K\alpha (1 + tg^2 \varepsilon) - E I \sin \varphi tg \varepsilon$$

Se $\cos \varphi$ ha un valore sufficientemente piccolo, si può sostituire ± 1 (a seconda che si tratti di ritardo o di avanzo) a $\sin \varphi$, ottenendo la formola di uso immediato:

$$W' = K\alpha (1 + tg^2 \varepsilon) \mp E I tg \varepsilon$$

Dalle due ultime equazioni si ricava:

$$\frac{W' - W}{W} = \frac{W' - W}{E I \cos \varphi} = \frac{\mp 1 + \sin \varphi}{\cos \varphi} tg \varepsilon$$

(*) Se l'autoinduzione e la resistenza del circuito esterno hanno valori indipendenti dalla frequenza, lo sfasamento a frequenza elevata riesce naturalmente rilevante, anche se piccolo a frequenza ordinaria.

Ma non avviene sempre così: se il circuito esterno è ad es. costituito da una bobina magnetizzante un anello di ferro, a parità di induzione magnetica B si può ritenere costante (o pressochè) il coefficiente di autoinduzione, ma alla resistenza ohmica costante si devono aggiungere le resistenze fittizie corrispondenti alle perdite per isteresi e per correnti parassite; poichè queste variano l'una proporzionalmente alla frequenza e l'altra al suo quadrato, lo sfasamento potrà diminuire coll'aumentare della frequenza.

e dalla considerazione dei valori numerici di questo errore relativo in funzione di diversi valori di φ è facile dedurre, che il campo di applicazione della semplificazione accennata, che ha il vantaggio di servire proprio quando la correzione è rilevante, è molto più esteso di quanto possa sembrare a prima vista.

Supponiamo in secondo luogo che α sia abbastanza grande. Se per semplicità riteniamo $tg^2 \varepsilon$ trascurabile rispetto all'unità, la formola (2) si riduce a:

$$W (1 + tg \varepsilon tg \varphi) = K r \alpha$$

In una seconda misura si aumenti il valore della resistenza nel circuito derivato da r ad $m r$. Se α' è la nuova lettura (essa pure naturalmente spogliata, se necessario, dall'errore di m. i.) si ottiene:

$$W \left(1 + \frac{tg \varepsilon}{m} tg \varphi \right) = K m r \alpha'$$

o

$$W (m + tg \varepsilon tg \varphi) = K m^2 r \alpha'$$

Sottraendo da questa equazione quella relativa alla prima misura, si ricava:

$$W = K r \frac{m^2 \alpha' - \alpha}{m - 1}$$

Il metodo evita l'uso di altri strumenti per la valutazione della correzione, che viene senz'altro eliminata, ed è quindi scevro di ogni eventuale errore corrispondente al loro impiego; ma a quale errore può esso portare in seguito ad inesattezze nelle letture?

Se nell'espressione dell'errore relativo probabile:

$$\frac{(dW)_p}{W} = \frac{\sqrt{(m^2 d\alpha')^2 + d\alpha^2}}{m^2 \alpha' - \alpha}$$

in via d'approssimazione supponiamo $\alpha' = \frac{\alpha}{m}$ (come risulterebbe se l'autoinduzione del circuito derivato fosse nulla), e riteniamo uguali gli errori assoluti di lettura, cioè $d\alpha' = d\alpha$, essa si riduce a

$$\frac{(dW)_p}{W} = \frac{\sqrt{(m^2 + 1) d\alpha}}{m - 1} \frac{d\alpha}{\alpha}$$

Questa espressione dell'errore per $m = 2,11$ passa per un minimo uguale a $4,11 \frac{d\alpha}{\alpha}$, e per rapporto più comodo $m = 2$ ha il valore $4,12 \frac{d\alpha}{\alpha}$, quasi uguale al minimo.

Convorrà quindi eseguire la seconda misura con resistenza doppia di quella usata nella prima, deducendone:

$$W = Kr (4 \alpha' - \alpha)$$

e cioè in tal caso si applica la formola semplificata del wattmetro, sostituendo però alla deviazione ordinaria α una deviazione corretta uguale a $4 \alpha' - \alpha$. (*)

Se si ritiene $d \alpha = 0,1$, l'errore relativo probabile riesce uguale a circa $\frac{0,4}{\alpha}$ (cioè supera di $\frac{0,3}{\alpha}$ l'errore di lettura della sola misura wattmetrica ordinaria); perciò, come abbiamo premesso, il metodo sarà applicabile con sufficiente esattezza solo per α abbastanza grande. (**)

★★

Dopo la ricerca precedente nasce spontanea la domanda, se la presenza di armoniche superiori nella curva della tensione impressa possa avere un'influenza sensibile sugli errori considerati, e se, nei casi in cui ciò si verifichi, i metodi suindicati di correzione siano ancora applicabili.

Per una tensione sinusoidale abbiamo a suo tempo trovato:

$$K r \alpha = W \cos^2 \varepsilon \left(1 + \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \varepsilon + \frac{\omega M I}{E \cos \varphi} \operatorname{tg} \varepsilon \right)$$

Se in questa equazione riteniamo $\cos^2 \varepsilon = 1$, o, ciò che torna lo stesso, $\operatorname{tg}^2 \varepsilon$ trascurabile rispetto all'unità, risulta:

$$W = K r \alpha - E I \operatorname{sen} \varphi \operatorname{tg} \varepsilon - \omega M I^2 \operatorname{tg} \varepsilon.$$

(*) Tenendo conto anche di $\operatorname{tg}^2 \varepsilon$, che abbiamo precedentemente trascurata rispetto all'unità, la formola generale diverrebbe:

$$W = K r \frac{m^2 \alpha' - \alpha - \operatorname{tg}^2 \varepsilon (\alpha - \alpha')}{m - 1}$$

e quindi per $m = 2$, osservando anche che nel piccolo termine in $\operatorname{tg}^2 \varepsilon$ si può ad α' sostituire per approssimazione $\frac{\alpha}{2}$

$$W = K r \left(4 \alpha' - \alpha \left(1 + \frac{\operatorname{tg}^2 \varepsilon}{2} \right) \right)$$

(**) Poichè in questo metodo si utilizzano due misure distinte, si può domandare quale sia la correzione da apportarsi al risultato finale per tener conto dell'energia consumata, a seconda delle connessioni, o nel circuito voltmetrico o nella bobina ampermetrica. È facile vedere (ripetendo i passaggi, dopo aver introdotto nelle due equazioni di partenza le correzioni corrispondenti) che nel primo caso la correzione finale è nulla, il che è un altro vantaggio del metodo; mentre nel secondo caso la correzione finale resta uguale (per $m = 2$) a quella corrispondente a ciascuna delle misure.

Se la curva della tensione è deformata, si può applicare questa formola ad un'armonica qualunque di ordine n , purchè $tg^2 \epsilon_n$ sia trascurabile rispetto all'unità. Questa ipotesi si verifica con approssimazione tanto minore, quanto più elevata è la frequenza fondamentale e l'ordine dell'armonica considerata; lo stesso deve quindi dirsi delle formole che dedurremo in appresso, le quali però per frequenza fondamentale ordinaria si possono ritenere in ogni caso quasi rigorosamente esatte.

Nell'ipotesi fatta la potenza corrispondente all'ennesima armonica ha l'espressione:

$$W_n = K r a_n - tg \epsilon_n (E_n I_n \sin \varphi_n + \omega_n M I_n^2)$$

od anche, essendo $\omega_n = n \omega$ e $tg \epsilon_n = n tg \epsilon$,

$$W_n = K r a_n - tg \epsilon (n E_n I_n \sin \varphi_n + \omega M n^2 I_n^2)$$

Se noi sommiamo tutte le analoghe equazioni, che si riferiscono all'onda fondamentale ed alle diverse armoniche, dobbiamo introdurre in ciascuna di esse il valore di M corrispondente alla deviazione somma, realmente esistente; sicchè, indicando ora con α e W la deviazione e la potenza complessiva, si ottiene l'espressione generale:

$$W = K r \alpha - tg \epsilon (\sum n E_n I_n \sin \varphi_n + \omega M \sum n^2 I_n^2) \quad (3)$$

nella quale delle due parti, che costituiscono il termine di correzione, dovrà farsi, a seconda della regione della scala, la somma oppure la differenza. (*)

L'influenza delle armoniche sulla correzione risulta di evidenza speciale, quando l'impedenza del circuito esterno sia dovuto in modo preponderante o a resistenza ohmica, o ad autoinduzione o a capacità. In tali casi estremi non altereremo sensibilmente il termine di correzione, introducendo in esso per ciascun angolo φ_n rispettivamente il valore limite 0° , 90° o -90° , e per l'armonica I_n della corrente utile rispettivamente l'espressione $\frac{E_n}{x}$, $\frac{E_n}{n x}$ o $\frac{n E_n}{x}$, dove x rappresenta l'impedenza del circuito esterno per l'onda fondamentale. (**)

(*) Come si è già notato, questa formola è soltanto approssimata; la formola esatta, che si ottiene con altrettanta facilità, diversifica dalla (3) solo in quanto in essa compare, in luogo di $K r \alpha$ il termine $K r (z + tg^2 \epsilon \sum n^2 z_n)$, nel quale però è ignota la sommatoria $\sum n^2 z_n$. Perciò, se la frequenza fondamentale è così elevata che $tg^2 \epsilon$ non sia trascurabile rispetto all'unità, si potrà, con approssimazione maggiore di quella goduta dalla (3), sostituire a $K r \alpha$ il termine $K r z (1 + tg^2 \epsilon)$.

(**) Si sottintende che resistenza, autoinduzione e capacità conservino valori costanti per tutte le armoniche.

Con tali approssimazioni si ottiene:

$$\text{nel 1.º caso: } W = K r a - tg \varepsilon \left(0 + \frac{\omega M}{x^2} \Sigma n^2 E_n^2 \right)$$

$$n \text{ 2.º } n : W = K r a - tg \varepsilon \left(\frac{\Sigma E_n^2}{x} + \frac{\omega M}{x^2} \Sigma E_n^2 \right)$$

$$n \text{ 3.º } n : W = K r a - tg \varepsilon \left(\frac{-\Sigma n^2 E_n^2}{x} + \frac{\omega M}{x^2} \Sigma n^4 E_n^2 \right)$$

A seconda della prima formola, se nel carico predomina la resistenza, l'errore per m. i. supera a tensione deformata quello corrispondente ad una tensione sinusoidale di pari valore effettivo nel rapporto $\frac{\Sigma n^2 E_n^2}{\Sigma E_n^2}$.

Per un carico prevalentemente induttivo la seconda formola porta al risultato, che, a parità di tensione effettiva, l'errore è indipendente dalla forma della curva ed uguale quindi a quello dovuto a una tensione sinusoidale. Come si verifica sostituendo ωL ad x e $\frac{\omega L}{r}$ a $tg \varepsilon$, l'espressione di W è indipendente da ω ; epperò, per un dato circuito induttivo (e sempre, ben s'intende, a parità di tensione effettiva), la correzione ha un valore costante per tutte le frequenze fondamentali, a partire dalla più bassa, per la quale si può ritenere ancora verificata l'ipotesi su cui riposa la formola, cioè che la resistenza ohmica del circuito sia trascurabile rispetto alla sua induttanza.

Se invece nel circuito esterno prepondera l'effetto della capacità, a tenore della terza formola la correzione riesce per una tensione deformata notevolmente più sentita che per la sinusoidale, ed in misura tanto maggiore quanto più prevalgono nella curva le armoniche di ordine alto, perchè, rispetto alla tensione sinusoidale di ugual valore effettivo, l'errore per autoinduzione cresce nel rapporto $\frac{\Sigma n^2 E_n^2}{\Sigma E_n^2}$ e quello per mutua induzione nel rapporto ancora maggiore $\frac{\Sigma n^4 E_n^2}{\Sigma E_n^2}$.

Pel caso speciale di una tensione deformata di frequenza fondamentale ordinaria si possono ricavare dalle osservazioni fatte le seguenti conclusioni. Una correzione per m. i., data la piccolezza di $tg \varepsilon$ e di ωM , sarà in generale del tutto trascurabile; eventualmente se ne dovrà tener conto solo nel caso che una tensione deformata in modo assai notevole, e specialmente in seguito alla presenza di armoniche di ordine alto, agisca su un circuito esterno, nel quale predomina l'effetto della capacità. Una correzione per a. i. sarà necessaria, se la corrente principale ritarda rispetto alla tensione, solo quando lo sfasamento sia così notevole, da imporne una anche per una curva sinusoidale; se al contrario la corrente è in avanzo rispetto alla tensione, la lettura andrà corretta altresì in corrispondenza a sfasamenti, che, a seconda

del grado di deformazione della tensione, possono riuscire di parecchio minori di quelli, che richiedono una correzione, se accompagnati da una tensione sinusoidale.

Quali degli espedienti descritti a suo tempo per eliminare l'influenza dell'auto e della mutua induzione per tensioni sinusoidali raggiungono lo stesso scopo anche per tensioni deformate?

Il metodo del condensatore non può affatto correggere gli errori dovuti alle armoniche superiori, perchè la risonanza si può ottenere soltanto per un'unica frequenza. (*)

Invece l'influenza della m. i. si può in ogni caso eliminare con esattezza mediante il metodo dei due strumenti, che equivale all'annullamento di M . Così pure la correzione relativa si può ancora trovare mediante l'esperimento del corto circuito della derivazione voltmetrica, purchè però si faccia attraversare la bobina fissa dall'identica corrente utilizzata nella misura di potenza.

Per un ritardo rilevante della corrente utile rispetto alla tensione, si può calcolare facilmente la correzione per a. i. Invero (analogamente a quanto abbiamo visto per curve sinusoidali) si può adottare senza errore sensibile l'espressione limite della correzione, corrispondente al ritardo di 90° , che abbiamo ultimamente trovato essere uguale a

$$-tg \varepsilon \frac{E_{eff}^2}{x}$$

E poichè è noto, che, a meno di deformazioni eccezionali nella curva della tensione, per un carico molto induttivo risulta con grande approssimazione

$$x = \omega \lambda = \frac{E_{eff}}{I_{eff}}$$

, il termine di correzione assume la forma assai semplice

$$- E_{eff} I_{eff} tg \varepsilon$$

, uguale a quella trovata a suo tempo per curve sinusoidali nel caso di sfasamenti rilevanti.

Se invece lo sfasamento nel circuito esterno, pure essendo ancora notevole, è dovuto all'azione della capacità, riesce incomodo apportare con esat-

(*) Potrebbe sembrare, a tenore della formola generale (3), che l'inserzione nel circuito voltmetrico di un condensatore in risonanza con L a frequenza fondamentale, annullando $tg \varepsilon$, annullasse altresì in ogni caso il termine di correzione; ma non si deve dimenticare che nella deduzione di quella formola si è utilizzata l'uguaglianza $tg \varepsilon_n = n tg \varepsilon$ che non sussiste più, quando il circuito contiene anche un condensatore.

tezza la correzione relativa all'a. i. Difatti, poichè abbiamo visto, che essa nel caso limite $\varphi_n = -90^\circ$ è espressa da

$$+ tg \varepsilon \frac{\sum n^2 E_n^2}{x}$$

, con procedimento analogo a quello seguito nel caso precedente si può porla sotto la forma:

$$+ E_{eff} I_{eff} tg \varepsilon \sqrt{\frac{\sum n^2 E_n^2}{\sum E_n^2}};$$

ma il radicale non può calcolarsi se non si conosce la forma della curva della tensione.

Nei casi in cui la deviazione α è sufficientemente grande, si può anche per curve deformate liberare la misura dell'errore per a. i. mediante il metodo delle due letture, di cui la seconda con resistenza doppia nel circuito voltmetrico. È facile verificare infatti, che, una volta sceverate le letture dall'errore di m. i., si può in tal modo eliminare la correzione per autoinduzione, espressa in generale, secondo la formola (3), da

$$- tg \varepsilon \sum E_n I_n \sin \varphi_n,$$

arrivando ancora alla formola semplice:

$$W = Kr (4 \alpha' - \alpha).$$

Sono in vendita presso l'Ufficio Centrale dell'A. E. I.:

- Le **Norme per l'esecuzione e l'esercizio degli Impianti Elettrici**
legato in tela-oro, edizione tascabile L. 1.—
- Gli **Atti del Congresso Internazionale delle Applicazioni elettriche
di Torino 1911.** — 3 vol., 3000 pag. circa. — In essi come è noto sono
esaminate moltissime delle principali questioni attuali dell'elettrotecnica
- Pei soci » 15.—
- Pei non soci » 20.—
- La **Descrizione di una macchinetta elettromagnetica** di A. Pacinotti
in 5 lingue italiana, francese, inglese, latina, tedesca, (edizione di lusso) » 5.—

N. 6.**XVI.^a RIUNIONE ANNUALE DELL'A. E. I.****PROGRAMMA**

- Sabato 19 ottobre, ore 9.—** • Iscrizione alla Riunione Annuale
Via Interiano, 3-6.
- Seduta del Consiglio Generale *id.*
 - " Comitato Elettr. Italiano *id.*
- " 10.30 • " " Revisione Norme *id.*
- " 14.— • Seduta inaugurale della Riunione
Ridotto del Teatro Carlo Felice.
- Relazione del Presidente Generale sui lavori dell'A. E. I. nell'anno 1912.
 - Presentazione del busto di Joseph Henry donato dall'American Institute of Electrical Engineers.
 - Rapporto dell'Ing. Semenza: sui lavori del Comitato Elettrotecnico.
 - Relazione dell'Ing. Bonghi: intorno alla legislazione italiana sulle condotte elettriche.
- Domenica 20 ottobre, ore 9.—** • Gita in mare offerta dal Comitato ordinatore del Congresso delle Scienze
- *Partenza dal Ponte Federico Guglielmo.*
- Lunedì 21 ottobre, ore 9.—** • Assemblea Generale dell'A. E. I., Bilanci, Deliberazioni eventuali -
Via Interiano, 3-6.
- Lettura dell'Ing. Campos: sopra un apparecchio di misura variatore di fase e sopra nn nuovo tipo di Wattometro per misure sull'alta tensione.
 - Lettura dell'Ing. Semenza: intorno alle tavole grafiche per la posa razionale delle condutture elettriche.
 - Discussione sul progetto di legge per agevolare la costruzione di serbatoi e laghi artificiali. (Relatore Ing. Panzarasa).

- Lunedì 21 ottobre, ore 14.—** • Visita agli impianti del Porto. - *Ritrovo al Ponte Federico Guglielmo.*
- — — " **19.30** • Pranzo Sociale a pagamento all'Albergo Miramare (*Quota L. 14*) Piazza Principe.
- Martedì 22 ottobre, ore 9.—** • Visita agli impianti di sterilizzazione d'acqua della Soc. dell'Acquedotto Nicolai. - (*Il luogo di riunione sarà comunicato a Genova*).
- — — " **10.—** • Visita alla Stazione di arrivo della Società Negri - alle Officine Elettiche Genovesi - *Via Garibaldi, Sampierdarena.*
- — — " **12.—** • Colazione offerta dalle O. E. G. - *Ristorante Ginusella, Via Cristoforo Colombo, Sampierdarena.*
- — — " **14.—** • Seduta - *Via Interiano, 3-6.*
- — — • Lettura dell'Ing. Vallauri: sul passaggio delle macchine asincrone a induzione attraverso il sincronismo.
- — — • Lettura dell'Ing. G. G. Ponti: sulle moderne tendenze nell'illuminazione elettrica.
- — — • Lettura del Prof. Amerio: su alcuni fenomeni d'isteresi magnetica.
- — — " **20.30** • Seduta in comune colla Soc. Italiana di Matematica "*Mathesis*", e colla Società pel Progresso delle Scienze, per la discussione del tema: "*L'ordinamento degli studi scientifici e tecnici che conducono al Diploma d'ingegnere*", - *Aula Magna della R. Università* - Riferiranno il Prof. Somigliana e il Prof. Lori.
- Mercoledì 23 ottobre, ore 7.15** • Partenza da Genova (Staz. P. Principe) per Savona, S. Giuseppe — Visita alla Funivia Carboni - alle Officine dello Società Siderurgica - *Colazione a pagamento (L. 3,50).*
- — — " **19.40** • Arrivo a Genova e Pranzo offerto ai Congressisti dalla Sezione di Genova alla Stazione.
- — — • Scioglimento del Congresso.

Sarà gradito l'intervento delle Signore. — L'On. Municipio di Genova ha accordato - dietro presentazione della tessera ferroviaria - l'accesso gratuito ai Musei delle Belle Arti. — Furono pure messe a disposizione dei Congressisti 100 tessere di libera circolazione sui Tram di Genova e Comuni limitrofi e per la funicolare Zecca-Castellaccio (dal 19 al 24 Ottobre).

VERBALE DEL CONSIGLIO GENERALE

Genova, 19-10-912.

Sono presenti i signori:

Prof. Lori, *Presidente* — Ing. Semenza, *v. Presidente* — Ing. Bianchi, *v. Segretario* — Prof. Barbagelata, *Cassiere* — Prof. Ascoli — Ing. Bonghi — Ing. Del Buono — Prof. G. Grassi — Ing. Jervis — Ing. Lodolo — Prof. Lombardi — Ing. Pugliese — Ing. Pasquale — Prof. Rumi — Prof. Vallauri, *Consiglieri*.

Scusarono la propria assenza l'Ing. Dalmedico, l'Ing. Danioni, l'Ing. Guagno, l'Ing. Motta, l'Ing. Panzarasa, l'Ing. Utili, l'Ing. Vannotti.

ORDINE DEL GIORNO.

- 1) *Comunicazioni della Presidenza ed eventuali deliberazioni relative,*
- 2) *Bilanci: Consuntivo 1911, di assestamento 1912, preventivo 1913,*
- 3) *Bilancio Congresso Applicazioni elettriche di Torino e relativi provvedimenti,*
- 4) *Ricordo ad Antonio Pacinotti.*

Presiede il Presidente Prof. F. LORI.

Memoria Pacinotti in cinque lingue.

Prof. Lori Presidente. Dopo rivolto un saluto agli intervenuti, presenta al Congresso l'elegante volumetto contenente in cinque lingue la classica memoria di Pacinotti.

Annunzia che verrà mandata alle principali Associazioni, Biblioteche, Personalità scientifiche del mondo, alle Autorità nostre, ecc. Le copie rimanenti verranno vendute a L. 5 per copia. Il lavoro costerà circa L. 1500, il Ministero della Pubblica Istruzione ha concorso con L. 1000 alle quali dovranno aggiungersi i proventi della vendita. Se vi sarà un avanzo questo sarà devoluto al ricordo a Pacinotti.

Il Consiglio approva.

Ricordo a Pacinotti.

Prof. Lori. La Presidenza intendeva recare un ricordo in bronzo sulla tomba di Pacinotti nel Camposanto Monumentale di Pisa. L'Opera del Camposanto però è esitante ad accogliere monumenti moderni e in caso desidererebbe fossero di notevole importanza artistica. Di più essa intenderebbe dedicare un apposito locale a Famedio di Pisani e proporrebbe di inaugurarlo con un monumento a Pacinotti. Data la spesa rilevante che un monumento vero importerebbe, è il caso di vedere se si debba limitarsi a una semplice lastra di marmo sulla tomba attuale che è collocata nel suolo, o se indire la sottoscrizione per un monumento aggregandosi il Municipio di Pisa ed altri Enti.

Quanto all'erigere il Monumento in altri luoghi quali una pubblica piazza, o l'Università, il Presidente osserva come il Cimitero Monumentale di Pisa è di tale importanza storica ed artistica che nessun luogo sarebbe a parer suo più adatto.

Su proposta specialmente del Prof. G. Grassi si vota che l'A. E. I. si renda iniziatrice di un vero monumento facendo prima le trattative necessarie per assicurarne il collocamento, procurandosene poi il preventivo e finalmente procedendo alla sottoscrizione. La sottoscrizione sarà pei Soci a quota fissa di L. 10 pei Soci individuali e di L. 100 pei collettivi. Saranno invitati a concorrere i Ministeri, ecc. Alle Associazioni estere sarà comunicata la sottoscrizione; faranno esse ciò che crederanno meglio e cioè vedranno se contribuire come Associazione o invitare i rispettivi soci a contribuire.

Biblioteca Centrale.

Prof. Ascoli, Direttore della Biblioteca Centrale, riferisce che il servizio funziona regolarmente da tempo per parte della Biblioteca — non tutte le Sezioni però mandano regolarmente la ricevuta dei giornali loro mandati — prega i rappresentanti presenti delle Sezioni a volersene interessare.

Conversione degli Atti in quindicinali.

Prof. *Lori* Presidente. Comunica come la Presidenza avrebbe in animo di render gli Atti quindicinali. Nel preventivo si sono fissate per gli Atti L. 13.300 computata l'economia che deriverà dall'esser stato aumentato il formato del testo degli Atti, e una leggiera maggior spesa per l'aumento del costo causa l'aumento delle mercedi ai tipografi; rimane un margine di L. 500 per la maggior spesa di stampa per la suddivisione in 24 fascicoli anzichè 12, e di altre L. 500 per compenso per l'aggiunta di un po' di cronaca, e infine di L. 500 circa per aumenti del testo.

Prof. *Lombardi*. Plaude all'idea ed augura che l'innovazione non abbia talvolta a creare imbarazzi.

Prof. *Ascoli*. E' un impegno fisso gravoso, come pure diventerà più laborioso il compito delle recensioni.

Ing. *Bianchi*. La materia che basta ora per 12 fascicoli mensili di 80-100 pagine basterà per 24 fascicoli di 40-50 pagine; una mole molto maggiore non è consentita dalle finanze dell'Associazione. Per le recensioni basterà distribuire in due fascicoli quelle che arrivano ora puntualmente ogni mese.

Prof. *G. Grassi*. Raccomanda non si taglino in due le memorie, salvo casi eccezionali.

Prof. *Ascoli*. Nota la difficoltà di avere recensionisti e prega i colleghi professori perchè vedano di interessare i loro assistenti a contribuire a questa parte degli Atti.

Il Consiglio infine deferisce al Presidente di decidere in merito.

Indice Atti.

Ing. *Mengarini*. Propone si faccia l'indice delle recensioni.

Prof. *Lori*, Presidente. Già si era deciso di fare tale indice a seguito dell'indice annuale delle letture.

Il Consiglio delibera che tale indice annuale si faccia per materia e non già ripetendo i vari indici dei fascicoli; e che nell'indice della copertina di ogni fascicolo si inserisca pure l'indice delle recensioni.

Congresso Applicazioni Elettriche di Torino.

Ing. *Semenza*. Riferisce come si preveda che il Bilancio del Congresso delle Applicazioni Elettriche di Torino si chiuda con qualche sbilancio. Si hanno però disponibili molte copie degli Atti del Congresso che potranno essere vendute e concorrere a ridurre il disavanzo.

Prof. *Lombardi*. Il disavanzo è dovuto alla mole degli Atti che ha superato il previsto e anche al fatto poco confortante che una troppo esigua percentuale dei Soci si è iscritta al Congresso o ne ha finora acquistati gli Atti.

Il Consiglio in seguito a discussione a cui prendono parte i Soci *Ascoli*, *Bonghi*, *Grassi*, *Mengarini* ed altri, nonchè il Presidente, è unanime nell'attestare il più vivo plauso e la più viva gratitudine alla Commissione esecutiva e al Comitato ordinatore del Congresso ed autorizza — salvo anche sentire l'Assemblea, la Presidenza a rilevare le restanti copie degli Atti del Congresso per rivenderle — come pure a prendere eventuali provvedimenti per riparare al disavanzo del Congresso.

Liberazione di parte della rendita nominativa dell'Associazione.

Prof. *Barbagelata*, Cassiere. I fondi dell'Associazione sono costituiti da lire 15000 di rendita intestata e da un fondo fluttuante. Questo fondo è molto esiguo; di più si deve pensare alla eventualità di dover coprire il deficit del Congresso di Torino. Occorre quindi liberare una parte della rendita, ma dato che l'A. E. I. è ente morale, per eseguire tale operazione a norma di legge occorre una deliberazione consiliare.

In seguito a ciò il Consiglio delibera di liberare L. 6000 della rendita intestata all'Associazione convertendola in rendita non intestata e di dare mandato per tale operazione al Cassiere Prof. Angelo Barbagelata.

Bilanci.

Prof. *Lori*. *Presidente*. Illustra i bilanci consuntivo 1911, di assestamento 1912, preventivo 1913.

Prof. *Lombardi*. Osserva come furono caricate al Congresso L. 568 corrispondenti ad Atti ed Elenchi soci forniti dall'A. E. I. al Congresso di Torino e ritiene che tale somma riguarda l'A. E. I. non il Congresso.

Il Consiglio approva che tale somma sia portata nel Bilancio consuntivo ad aumento delle spese per gli Atti.

Con questa modificazione i bilanci sono approvati.

La seduta è tolta.

Il Vice Segretario Generale
A. BIANCHI.

SEDUTA INAUGURALE, GENOVA 19 OTTOBRE 1912.

(*Ridotto del Teatro Carlo Felice*).

Siedono al banco della presidenza:

Il Prof. *F. Lori*, *Presidente* — l'Ing. Prof. *Scribanti*, *Assessore ai Lavori pubblici del Comune di Genova* — l'Ing. *G. Semenza*, *Vice Presidente* — il Prof. *S. A. Rumi*, *Presidente della Sezione di Genova*.

Prof. *Rumi*, *presidente della Sezione di Genova*:

Il rapido succedersi delle conquiste scientifiche e pratiche che nel campo degli studi elettrici avveniva nella seconda metà dello scorso secolo, frutto dei ritrovati teorici e sperimentali che nel tranquillo ambiente dei laboratori furono scopo del vivere di una forte schiera di scienziati e di lavoratori, la comparsa della dinamo di Pacinotti in forma industriale avean creato una nuova scienza, l'elettrotecnica, che per ultima in ordine cronologico dei diversi nomi della fisica, pur non la cedeva a nessuna delle consorelle per la profondità e pel rigore delle ricerche, per la meraviglia delle scoperte. Ma era scienza che a differenza delle altre si sviluppava accanto alle applicazioni pratiche, avvicinando vita e scienza, così che mentre le quistioni teoriche preparavano i fondamenti per le applicazioni atte a soddisfare le crescenti esigenze del vivere sociale, queste fornivano esca ad ulteriori ricerche.

Affermatasi, i suoi cultori aumentarono rapidamente nell'uno e nell'altro campo. Ma come ai cultori di scienze speculative eran riservate specialmente le accademie, gli Istituti superiori scientifici in cui pubblicare il risultato dei loro studi, dove cercare conforto nei loro dubbi, alimento per le loro ricerche, alla elettrotecnica era necessaria una palestra speciale in cui potessero scendere in campo e teorici e pratici, dove cioè agli uni ed agli altri fosse possibile dire di « prendere contatto » per aiutarsi.

E questo bisogno già da altri paesi prima soddisfatto con il creare speciali Associazioni tecniche, si impose anche da noi, e nel 1896 quando si raccolsero qui a Congresso i tecnici cultori d'ogni branca della scienza dell'Ingegnere, Galileo Ferraris in seno al Congresso stesso portò l'idea che pure in Italia dovesse sorgere una Associazione che raccogliesse tutti gli uomini di buona volontà nello studio dell'elettricità applicata come quelle che già fiorivano in Inghilterra, in Francia, in Germania ed altrove. Questa idea già abbozzata in Ginevra dove il Ferraris ed alcuni suoi allievi eransi recati pochi mesi prima per una riunione di Elettrotecnici, trovò subito appoggio e qui nell'Ateneo Genovese vennero gettate le basi della futura Associazione e venne dettato il patto fondamentale.

L'A. E. I. ebbe dunque la sua prima forma qui dove appunto all'VIII Congresso degli Ingegneri ed Architetti Italiani, era stata riservata una speciale Sezione per la elettrotecnica, qui dove per la prima volta in Italia aveva trovato applicazione negli impianti elettrici del Gorzente il principio dello sfruttamento delle cadute d'acqua con la elettricità per il trasporto a distanza della energia, qui dove la elettricità, fin da allora timidamente applicata nelle varie industrie, le doveva poi tutte conquistare diventandone lo spirito vivificatore.

Costituitosi quindi l'Associazione sotto così buoni auspici, non v'era dubbio che prosperasse, ed infatti a Milano dove il 28 dicembre dello stesso anno si tenne la prima seduta plenaria dove fu votato definitivamente il primo Statuto, dove per voto unanime fu proclamato primo presidente Galileo Ferraris, il piccolo nucleo dei promotori era divenuto brigata. L'opera sua timida in sul nascere si intensificò per via e ne fanno testimonianza i 16 volumi degli Atti che accompagnarono la sua vita, nei quali oltrechè tesori di scienza e di pratica sono i ricordi di lotte sostenute e vinte per affermarsi dinanzi allo Stato e ai cittadini, degna del suo programma.

Ed ora per quanti, come me, hanno accompagnato le diverse fasi della nostra Associazione è confortante qui in questa Genova indubre, dove l'Associazione ebbe sua culla, rilevarne l'ascesa continua, radiosa, nell'occasione in cui per una seduta solenne qui son convenuti Colleghi d'ogni parte d'Italia.

Ma prima che i lavori di questa XVI riunione abbian loro principio è per me un gradito dovere rivolgere a nome vostro un ringraziamento al Sindaco della città che, sollecito per tutto quanto può riuscire di decoro per Genova ha voluto essere qui rappresentato dal chiar. Prof. Scribanti dimostrando ancora, come già nelle molteplici riunioni di questi giorni, quanto la rappresentanza comunale segua con interesse ed amore lo svolgersi della vita scientifica del nostro paese, ed un ringraziamento alle Autorità che, accolsero il nostro invito.

A voi poi, egregio Presidente, degno continuatore degli insigni predecessori che ressero fin qui le sorti della Associazione, e che in tale veste dirigerete per la prima volta i nostri lavori, a voi, Colleghi tutti, d'ogni parte d'Italia sia gradito il benvenuto ch'io vi porgo a nome dei miei Colleghi di Genova. E con il saluto io esprimo l'augurio che, le poche ore in cui resteremo insieme o per conversari scientifici, o per visite tecniche possano viemmeglio cimentare la solidarietà che fin qui ci tenne uniti. Votati, comè siamo, ad un unico scopo, quello cioè, di contribuire allo svolgersi degli studi della elettricità e delle sue applicazioni, — se è vero, come non è a dubitarsi, che l'elettricità ha oramai fatto suo il mondo, — potremo allora confortarci nel pensiero d'aver giovato al progresso umano che, fonte d'ogni benessere combatte e vince, irradia e conquista.

Prof. Ing. A. Scribanti, Assessore dei lavori pubblici del Comune di Genova.

L'on. Sindaco di Genova nel portare giorni fa il suo saluto al Congresso delle scienze intendeva che questo fosse rivolto anche a tutti gli altri sodalizi ed anche quindi all'Associazione Elettrotecnica Italiana. La mia missione è quella di riconfermarvi quel saluto e l'affermazione che allora fece l'On. Sindaco che Genova non si tiene tanto assorbita dai traffici per non comprendere il legame che corre fra le scienze e le loro benefiche applicazioni. Solo la scienza può essere origine e guida di civile progresso, nè v'ha ramo della scienza più fecondo di civili progressi dell'elettrotecnica.

Prof. F. Lori, *Presidente*. Ringrazia il Prof. Rumi per le sue parole alte e cortesi e a simbolo del grato animo dei Soci per lui e per la Sezione di Genova muove al Prof. Rumi e gli stringe cordialmente la mano.

Indi ringrazia l'On. Assessore Prof. Scribanti per aver onorata la seduta inaugurale e per la cortesia con cui Genova ha accolto i vari Congressi ed il nostro.

Comunica come in queste ore di ansia per la salute di Guglielmo Marconi ha interpretato il pensiero dei Soci mandando nella mattinata all'illustre socio il seguente telegramma:

Commendatore Guglielmo Marconi — Spezia.

Inaugurandosi oggi riunione annuale Associazione Elettrotecnica Italiana il primo nostro pensiero è rivolto a Lei. Io a nome di tutti i Soci La prego di gradire i nostri più fervidi auguri e l'espressione del nostro ossequio rinnovato con ammirazione sempre crescente della sua grande opera.

LORI Presidente Generale.

Di poi il Presidente presenta ai Soci il busto in bronzo di Joseph Henry, dono dell'« American Institute of Electrical Engineers », opera squisita dello scultore Adam, ed a solennizzare lo splendido dono pronunzia il discorso inaugurale che ha per tema Joseph Henry (1).

Il discorso è salutato dai più vivi applausi. Seguono quindi le seguenti relazioni che verranno pure riportate negli Atti:

Notizie dei lavori della Commissione Elettrotecnica Internazionale del Segretario del Comitato Elettrotecnico Italiano Ing. G. Semenza.

Relazione del Presidente del Sottocomitato A del Comitato Elettrotecnico Italiano. (Il sottocomitato A è incaricato dello studio relativo alla nomenclatura, ai simboli ed alle unità di luce ed altre di indole generale) del Prof. M. Ascoli.

I Relatori vennero vivamente applauditi. Quindi mancando l'Ing. Ettore Morelli viene data per letta la *Relazione del Presidente del Sottocomitato B sullo studio dei motori primi delle centrali elettriche e sulle macchine elettriche* dell'Ing. Ettore Morelli.

Quindi l'Ing. Mario Bonghi legge la sua relazione sulla *Legislazione italiana sulle condutture elettriche*, che viene accolta da vivi applausi e suscita una viva discussione.

La discussione verrà riportata negli Atti a seguito della comunicazione. Presero parte ad essa i soci Cavazzola, Pontiggia, Del Buono, Montù, Lombardi, Netti, Bonghi, Mengarini.

Infine il Prof. Mengarini presenta il seguente ordine del giorno modificato d'accordo coll'Ing. Fumero:

L'A. E. I. udita la relazione del Socio Ing. Mario Bonghi sulla legislazione relativa ai trasporti elettrici di forza a distanza e sulle modifiche necessarie per evitare danni certi allo sviluppo delle industrie elettriche che sono tanta parte della ricchezza nazionale, ritiene necessario che lo schema di nuova legge elaborato presso il Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio, prima di essere presentato al Parlamento sia dal Ministero competente sottoposto all'esame dell'A. E. I.

Fumero, Mengarini.

L'ordine del giorno viene approvato all'unanimità.

La seduta è tolta.

Il Vice Segretario Generale
A. BIANCHI.

ASSEMBLEA GENERALE DEL 21 OTTOBRE 1912

Il Presidente Prof. Lori apre la seduta annunciando che Guglielmo Marconi ha risposto al suo telegramma di saluto e di augurio — comunicato ai Soci nella seduta inaugurale — col telegramma seguente:

« Ringrazio vivamente Lei e codesta onorevole Associazione cortese telegramma di augurio graditissimo ».

MARCONI.

(1) Vedi il discorso nel presente fascicolo.

Indi presenta il volume edito in seguito alle deliberazioni di Torino in onore di Pacinotti. Il volume contiene la classica memoria del Pacinotti sulla sua macchina elettromagnetica nel testo originale e fedelmente tradotta in francese, tedesco, inglese e latino a cura dei Professori Janet, Kapp, Thompson e Rasi ai quali deve andare la gratitudine dell'Associazione per essersi volenterosamente assunti un lavoro non indifferente. Specialmente gravi furono le difficoltà che dovette superare il Prof. Rasi per la traduzione in latino, avendo dovuto far ricerca di molti vocaboli tecnici nelle memorie latine di Volta, Galvani, Hertz, ecc. Il volume sarà largamente diffuso all'estero con invio a tutte le principali associazioni ed istituzioni tecniche. Le copie che residueranno — forse 500 — saranno messe in vendita a L. 5. Qualora il ricavo superasse le spese (a cui ha concorso il Ministero) il di più sarà devoluto al fondo per le onoranze a Pacinotti.

A questo proposito il Presidente comunica la sua intenzione, già approvata dal Consiglio di allargare l'iniziativa, la quale in origine mirava solo alla posa di una lapide sulla tomba di Pacinotti nel Cimitero di Pisa. Poichè per quanto consta, nessun ente, neppure il Municipio di Pisa, ha pensato ad un monumento, dovrebbe l'A. E. I. farsene iniziatrice. Da intese corse coll'onorevole Toscanelli, direttore dell'« Opera del Monumento » ossia del Camposanto monumentale di Pisa, è apparsa la possibilità di collocare un monumento in un famedio che sta per sorgere in contiguità del Camposanto. Si dovrebbero concretare le trattative ed iniziare una sottoscrizione nazionale aperta però anche alle sole istituzioni estere affini alla nostra.

Lattes desidera sapere quanto ha già frutato la prima sottoscrizione per le onoranze a Pacinotti.

Il Presidente *Lori* risponde ch'essa ha dato per ora solo 1500 lire circa, ma non è stata volutamente da lui molto spinta, già da tempo essendogli nato il pensiero di allargare l'iniziativa.

Messa ai voti la proposta di una sottoscrizione nazionale per un monumento a Pacinotti nel Camposanto di Pisa, l'assemblea approva all'unanimità.

Bilancio Consuntivo 1911 di Assestamento 1912 e Preventivo 1912.

Si dà lettura dei bilanci e si legge la seguente:

Relazione dei revisori dei conti sul bilancio consuntivo dell'Esercizio Anno sociale 1911.

Dall'attento raffronto fra il bilancio consuntivo 1911 ed il relativo bilancio preventivo, appare una maggiore spesa ordinaria quasi di L. 3326,98 provocata esclusivamente dal maggior costo della pubblicazione degli Atti: poichè la stipulazione di un più vantaggioso contratto con una nuova tipografia ha apportato la necessità di redigere ex-novo l'elenco completo dei Soci, spesa questa che vien fatta una volta tanto, ma che gravita completamente sul bilancio 1911.

Nelle spese straordinarie si ha una maggior spesa di L. 281,18 giustificata però da imprevisti, quali le onoranze a Pacinotti e la pubblicazione delle Norme.

Il raffronto tra i cespiti attivi è più confortevole. Si nota infatti un aumento di L. 1009,46 sulla cifra corrispondente preventiva, aumento dato quasi esclusivamente dalle voci: Proventi, Pubblicità sugli Atti ed Estratti Atti e contributi Autori.

Purtroppo però nel 1911 fu quasi nullo l'incremento degli iscritti a Soci!

Il bilancio si chiude con una eccedenza passiva di L. 2517,70; se si considera però che a formare questa eccedenza passiva, concorre non solo l'aggravio risultante dal nuovo contratto per la pubblicazione degli Atti, aggravio che farà sentire i suoi benefici effetti sui bilanci futuri, ma anche la somma di L. 1500 per ammortamento delle spese incontrate pel Congresso di Torino, appare evidente che qualora fossero mancate queste straordinarie passività il Bilancio 1911 si sarebbe chiuso al pareggio.

Infine a meglio dimostrare la solidità della situazione finanziaria della nostra Associazione rilevasi che anche nel 1911 venne devoluta la somma di L. 1000 alla sistemazione della Biblioteca Sociale.

Dal minuzioso controllo, che fu reso assai agevole e dalla chiarezza della redazione e dell'ordinamento dei vari documenti, possono i sottoscritti dichiarare che le cifre esposte nel Bilancio Consuntivo 1911 rispondono alla realtà, onde essi vi invitano ad approvarlo.

I REVISORI:

Ing. ARNALDO LURASCHI. — Ing. PIERO FERRERIO. — Ing. Prof. ANTONIO QUADRIO.

Aperta la discussione, *Lattes* domanda chiarimenti sulla notevole maggior spesa in confronto del preventivo per la pubblicazione degli Atti.

Luraschi e *Barbàgelata* danno spiegazioni circa la spesa di L. 1000 per la nuova composizione dell'elenco soci, comprendente all'avvenuto cambiamento di tipografia, spesa che sarà utilizzata per parecchi anni durante i quali il costo dell'elenco soci si ridurrà a circa 600 lire, in luogo delle 1600 che figurano nel consuntivo 1911.

Lombardi, come responsabile del bilancio 1911, assicura che l'aumento di spesa per gli Atti è in diretto rapporto coll'aumento della mole degli Atti stessi che ebbero circa 300 pagine in più delle preventivate. Ciò è dipeso in parte dall'aver pubblicato un riassunto dei lavori presentati al Congresso di Torino colla speranza e nell'intento — pur troppo non raggiunto — di invogliare i soci ad acquistare i volumi degli Atti del Congresso.

Messo ai voti il Consuntivo 1911 è approvato all'unanimità.

Si dà lettura del Preventivo di assestamento 1912 e del Preventivo 1913. Aperta la discussione.

Lombardi, riferisce, a proposito del Congresso di Torino, che pur non essendo ancora chiusi definitivamente i conti, si prevede contro una spesa di oltre 70,000 lire, un piccolo deficit di poche migliaia di lire dovuto da una parte alla mole inaspettata che son venuti assumendo gli atti, dall'altra allo scarso entusiasmo dei soci di cui soli 200 sopra 1500 aderirono al Congresso o si sottoscrissero per l'acquisto degli atti, nonostante il prezzo quasi derisorio in confronto del puro valore librario dei tre volumi, che saranno completi prima della fine dell'anno. Ricordando l'entusiasmo con cui nelle assemblee di Roma, in cui si decise il congresso internazionale di Torino, molti soci proposero che l'A. E. I. dovesse anche sacrificare il suo patrimonio pur di assicurare la riuscita del Congresso, propone che l'Associazione si assuma il debito residuo — il quale si spera di ridurre ancora ricorrendo di nuovo ai Ministeri ed agli altri enti che già aiutarono il Congresso — entrando in possesso dello stock degli atti che rimarranno disponibili.

Semenza, conferma lo stato avanzatissimo della pubblicazione degli atti.

Lori, pensa che la proposta, soprattutto dato lo splendido risultato del Congresso sia da accogliersi senza discussione.

Mengarini, considerando la necessità di forma del bilancio, propone un ordine del giorno che, dopo alcune osservazioni di *Lombardi*, *Lori*, *Ascoli* ed altri, è messo in votazione nella seguente forma:

« L'Assemblea Generale dell'A. E. I. esprime un voto di plauso alla Commissione esecutiva ed al Comitato ordinatore del Congresso di Torino del 1911 per l'importante, efficace e completa opera compiuta;

« autorizza la presidenza a ritirare le copie degli atti ancora disponibili ed a curarne la vendita alle migliori condizioni nell'interesse della A. E. I.;

« ed infine autorizza la Presidenza ad assumere a carico del bilancio dell'Associazione il residuo passivo che potrà risultare dalla Gestione della Commissione ordinatrice ».

La prima parte dell'ordine del giorno è votata per acclamazione, la seconda e la terza sono approvate all'unanimità.

Lombardi, a nome della Commissione, ringrazia.

Lattes, osservando lo specchietto dei versamenti delle Sezioni alla Sede Centrale,

allegato al bilancio, vorrebbe sapere come può la Sezione di Milano versare così presto il suo contributo.

Barbagelata, osserva che la domanda interessa il cassiere della Sezione di Milano piuttosto che la cassa centrale, e prega il cons. Lattes di rivolgersi perciò all'Ingegnere Bianchi.

Bianchi. E' Cassiere della Sezione di Milano fin dall'inizio. Ha sempre invitato i soci a versare ai primi dell'anno la loro quota. — I soci nuovi sono volentieri di pagare il loro contributo — bastò alla sezione di Milano colla riscossione nei primi mesi e con qualche insistenza conservare nei soci questa coscienza dei loro obblighi.

Lombardi, osserva, e l'Assemblea riconosce, che la morosità della Sezione di Torino è solo apparente, essendosi essa assunto il servizio di cassa del Congresso di Torino.

Bianchi. Conferma che la Sezione di Torino fu sempre fra le più scrupolose nei versamenti.

Silva, di fronte alle tristi condizioni di talune sezioni e specialmente di Bologna chiede se non sarebbe il caso di qualche provvedimento o di qualche modificazione dello statuto, o, quanto meno, di un intervento della presidenza generale.

Ascoli, ricorda che la sezione di Bologna ebbe in passato dei periodi brillantissimi e pensa che l'attuale crisi sia imputabile più alle presidenze che non alla Sezione.

Ha perciò la speranza che si possano trovare le persone capaci di ricondurre la Sezione alle antiche prospere condizioni.

Lori, è pure d'avviso che non convenga disperare ed assicura che come presidente generale continuerà ad interessarsi perchè Bologna ritorni nella normalità. Egli ha fede nell'avvenire dell'Associazione e spera di poter presto dar buone notizie di una risorta sezione di Firenze. Quanto alla Sezione di Padova a cui appartiene e che pure è in crisi, osserva ch'essa pure figura morosa sullo specchietto del bilancio, mentre in realtà ha versato un notevole acconto subito dopo la sua pubblicazione. E spera che anch'essa possa felicemente superare la sua crisi.

Nessun altro chiedendo la parola si mette ai voti il bilancio preventivo che è approvato all'unanimità.

La Presidenza si astiene.

★★

Il Presidente dà quindi la parola all'ing. *Campos* per la sua comunicazione sopra un apparecchio di misura variatore di fase e sopra un nuovo tipo di wattometro per misure sull'alta tensione. Il conferenziere è vivamente applaudito.

Segue la discussione a cui prendono parte i soci *Barbagelata*, *Mengarini*, *Lombardi* e *Campos*. La discussione verrà riportata negli Atti in seguito alla lettura.

Disegno di legge sui serbatoi.

L'ing. *Panzarasa*, riferisce brevemente sul disegno di legge dei Serbatoi manifestando il suo compiacimento, che crede certamente condiviso da tutta l'Associazione, per la buona intenzione manifestata dal Governo e principalmente dai Ministri *Sacchi* e *Nitti*, coll'occuparsi di una questione che egli ritiene di supremo interesse nazionale, ed al riguardo si riferisce a quanto ha pubblicato sui Serbatoi. (1).

Dice poi dell'opera spiegata finora dall'Associazione dopo che il disegno di legge fu reso pubblico, e rammenta le discussioni avvenute nel Consiglio della Sezione di Milano, nella Sezione di Napoli, e nel Consiglio Generale dell'A. E. I., il

(1) Vedi Fascicolo 8.° Atti A. E. I. 1911 (Vol. XV).

quale da ultimo diede incarico al prof. Zunini, all'ing. Ganassini e al referente di tenerne parola in occasione dell'Assemblea Generale in Genova.

Anzichè preparare una relazione completa, credettero meglio i tre commissari predisporre un ordine del giorno ed illustrarlo brevemente, rimettendo a dopo la discussione di Genova la compilazione di una relazione che tenesse conto delle varie opinioni manifestate, e da presentarsi poi al Governo.

Prima di leggere l'ordine del giorno il relatore prende brevemente in esame il disegno di legge e fa rilevare le principali manchevolezze tantopiù rispetto all'esigua somma complessiva che il Governo vorrebbe concedere in pro di tutti i Serbatoi. Con 500.000 lire di sovvenzione annue globali, non si sovvenzionerebbero che un numero assai limitato di serbatoi, e perciò il relatore propone che anche per i serbatoi si debbano seguire i concetti che vigono per le sovvenzioni alle ferrovie secondarie, fissando dei limiti di sovvenzioni per ogni genere di serbatoio, ma non il limite di una cifra globale di sovvenzione. Questa cifra globale dovrebbe essere dipendente dalle condizioni generali del bilancio dello Stato, come appunto avviene per le sovvenzioni alle ferrovie.

Un secondo appunto notevole è da farsi in merito ai concetti espressi nel disegno di legge per il passaggio gratuito allo Stato al termine della concessione di tutte le opere e cioè, non solo di quelle del lago, ma anche delle tubazioni, centrali, linee, ecc.

Ora è evidente che la esigua somma di sovvenzione fissata dal disegno di legge non può permettere altro se non che passi allo Stato quanto fu fatto per il Serbatoio.

Trova invece lodevoli le disposizioni per la dichiarazione di pubblica utilità, dichiarazione che si dovrebbero estendere anche ai progetti per i quali non si chiede il sussidio. Ed a questo argomento il relatore ripete le parole colle quali egli terminava il suo studio sui Serbatoi e cioè, che più che altro, è necessario che lo Stato favorisca la costruzione di serbatoi facilitando e semplificando la procedura per ottenere la concessione governativa dei serbatoi e la espropriazione dei terreni necessari.

Come è noto oggi, per simili espropriazioni, si domandano delle cifre addirittura esorbitanti che rendono proibitiva la costruzione dei Serbatoi, ed accenna in proposito alle leggi tedesche le quali senza dare sovvenzioni di sorta, ma semplicemente facilitando la procedura e le perizie di espropriazione, hanno dato impulso alla costruzione di numerosi laghi di Serbatoi nel volger di pochi anni.

Legge poscia il seguente Ordine del giorno: « *Sul progetto legge Serbatoi* » (GANASSINI - PANZARASA - ZUNINI).

L'Associazione Elettrotecnica Italiana, in merito alla proposta di legge per le agevolazioni da concedersi agli impianti di serbatoi nelle valli montane, considerando:

1° Che lo stanziamento stabilito dalla legge nella cifra di 500.000 lire annue è inadeguato allo scopo grandioso che la legge stessa si propone di raggiungere;

2° Che tale stanziamento potrebbe facilmente venire assorbito nella sua totalità da alcuni progetti grandiosi;

3° Che l'applicazione del criterio di un sussidio proporzionale alla capacità dei serbatoi ed al disavanzo previsto nel preventivo di esercizio non corrisponde alla molteplicità degli aspetti tecnici, economici, industriali ed agricoli che tali progetti possono presentare,

in linea principale esprime il voto che le sovvenzioni e le agevolazioni da concedersi agli impianti a serbatoi non vengano a priori costretti in specifiche e determinative disposizioni di legge, ma con criterio analogo a quello adottato per le sovvenzioni ferroviarie siano dalla legge stessa e con opportune delimitazioni demandate alle deliberazioni dei corpi tecnici competenti in seguito all'esame specifico di ogni progetto.

In linea subordinata ove non si credesse di riformare in modo sostanziale il progetto di legge già presentato, fa voti perchè:

1.^o *Pure ammettendosi l'idea del sussidio finanziario subordinato alla dimostrazione del disavanzo, si ammettano però tutti indistintamente i progetti di impianti a Serbatoio a fruire delle ulteriori agevolazioni all'infuori del premio pecuniario.*

2.^o *Si stabilisca in linea di massima il fondamentale criterio tecnico di preferenza nell'esame dei progetti della maggiore e più comprensiva utilizzazione dei bacini imbriferi.*

3.^o *Si limiti la espropriazione gratuita al termine della concessione fruente delle agevolazioni di legge alle opere che costituiscono il solo Serbatoio.*

4.^o *Dato il grande vantaggio agricolo ed industriale che deriverà dalla costruzione dei Serbatoi, si aumenti lo stanziamento della somma annua per le sovvenzioni adottando un criterio più generoso che non quello molto incerto della precisa dimostrazione del disavanzo o quanto meno, data l'anormale possibilità che qualche grandioso progetto assorba l'intero stanziamento, si stabilisca un limite massimo di sovvenzione (da attingersi allo stanziamento previsto) per ogni singolo impianto.*

L'ing. Panzarasa, prima di terminare vorrebbe pregare l'Assemblea che manifestasse il desiderio che il Governo, allorchando viene nell'intenzione di proporre qualche disegno di legge interessante la Associazione Elettrotecnica Italiana, la chiamasse ufficialmente coll'intervento di due o tre persone nominate da lei a preparare insieme ai membri governativi il disegno di legge in parola. Questo avviene continuamente ad esempio nella vicina Svizzera con grande vantaggio della sua legislazione.

Ing. Ottone. Mentre si dichiara in massima favorevole all'ordine del giorno presentato dal relatore Panzarasa, dopo una sì precisa e lucida esposizione dello stato della questione, domanda alcuni schiarimenti sull'analogia che si vorrebbe stabilire fra le sovvenzioni da accordarsi agli impianti a serbatoi e quelle ferroviarie. Espone brevemente i criteri cui è informata la concessione dei sussidi ferroviari, e dubita che siano facilmente applicabili al caso dei serbatoi.

Ing. De Benedetti. Si dichiara scettico sull'effetto che possono avere i voti della nostra, e delle altre Associazioni sul progetto di legge.

E' del parere che se il progetto dovesse restare quale venne proposto meglio sarebbe non fosse neppure portato alla Camera: ma d'altra parte è convinto che se si domanda tutto quello che sarebbe desiderabile non si otterrà nulla.

Ora poichè il problema dei serbatoi è veramente importante, ma non solo per quelli che non sarebbero redditizi, ma anche per quegli altri che gli industriali sarebbero lieti di costruire senza domandare al Governo alcun sussidio, e questi neppure oggi sono favoriti da poche disposizioni semplici e di nessun aggravio per il Governo, si domanda se, come al solito, noi non facciamo dell'accademia e invece di dire al Governo che domandiamo anzitutto disposizioni atte a permettere l'esecuzione degli impianti vitali, non mettiamo avanti pretese che per l'indole loro finanziaria, sono oggi più che mai utopistiche e tali da compromettere ogni progetto favorevole all'industria.

L'ing. Ruffolo, ritiene che il disegno di legge sui bacini di raccolta debba studiarsi su altre basi e non su quelle dell'attuale disegno il quale potrebbe favorire solo qualche speciale progetto di lago artificiale.

Infatti, mentre l'ammontare statale dei sussidi delle raccolte tutte, — nella misura di lire tremila per milione di m. c. di acqua invasata — non può sorpassare le 500 mila lire (art. 15) in totale, al contrario i serbatoi che fossero possibili in valli rovinata, dove lo Stato deve spendere per la bonificazione idraulica o forestale, verrebbero sussidiati col doppio del premio — L. 6 mila — ed il totale delle sovvenzioni potrebbe raggiungere l'ammontare delle bonificazioni.

Ad es. nel bilancio del Ministero dei LL. PP. figura una spesa autorizzata (da stanziarsi in quattro o cinque anni) per effetto di leggi speciali, di lire 3.900.000 per correzione del torrente Tirso, dove è stato progettato un grandioso lago artificiale di cui si accenna nella relazione al disegno in esame.

Se le spese di correzione del Tirso venissero risparmiate a causa del serbatoio, il concessionario avrebbe diritto alla sovvenzione annua di lire seimila per milione di m. c. di acqua invasata.

E siccome la capacità del lago sarebbe di 350 milioni di m. c., così il premio annuo sarebbe di L. 2.100.000. Ma non potendosi sorpassare la cifra capitale di L. 3.900.000, ne consegue che il fortunato concessionario del bacino del Tirso verrebbe a percepire un premio totale di 4 milioni di lire.

E gli altri bacini *tutti* progettabili in Italia? *Solo per 500 mila lire!*

E si noti che i progetti concorrenti a questa cifra di mezzo milione dovrebbero soddisfare alle seguenti condizioni dell'art. 2:

1.° Rispondano alla razionale utilizzazione del corso d'acqua del suo bacino imbrifero;

2.° avvantaggino notevolmente, mercè gli impianti che sono connessi, i servizi pubblici o la produzione agraria e industriale della zona servita;

3.° apportino sensibili miglioramenti al regime del corso d'acqua;

4.° non siano di per sè redditizi presentando nel piano finanziario un disavanzo debitamente controllato.

Io non voglio discutere sulla equità del principio di sussidiare in modo speciale le raccolte entro valli rovinata con i milioni che lo Stato deve spendere per bonificazioni, ma pur volendosi seguire questa direttiva dico solo che un tal disegno avrebbe carattere di *legge speciale e non generale*.

E quando si pensa pure:

1.° Che il disegno in esame conseguirebbe l'annullamento di altre precedenti leggi, come quelle del 1886 e 1888 sui consorzi ad uso di irrigazione e ad uso industriale, leggi non applicate a causa della deficiente dotazione del Ministero di Agricoltura;

2.° che noi andremmo a prendere un provvedimento — a distanza di 50 anni da altre Nazioni — con mezzi insufficienti e con niuna larghezza di veduta;

3.° che le condizioni tutta del disegno di legge, a cominciare dalla sovvenzione *misurata alla capacità* e fino all'articolo *spoliativo* 13, invece di agevolare fugherebbero le sane iniziative;

4.° che l'unica cosa notevole del disegno sarebbero le facilitazioni fiscali;

Si deve necessariamente concludere che non essendo il caso di ritoccare o modificare questa o quell'altra disposizione del disegno, giacchè è il concetto informatore della legge che manca, e se pur vi sia qualche direttiva, questa riguarda casi specifici, mentre la grossa linea principale del progetto e del disegno è misera per l'alto scopo che si propone, e tutt'altro che incoraggiante con le disposizioni adottate, così io penso:

Di invitare il Governo a ritornare sul disegno presentato, prendendo a base le legislazioni straniere, che hanno dato secolari ottimi frutti, e le nostre leggi del 1886 e 1888 sui consorzi di irrigazione ed industriali, anche a base di Serbatoi.

L'ing. Panzarasa risponde ai vari oratori dando esaurienti spiegazioni e sostenendo che non gli pare conveniente di domandare al Governo un rifacimento completo del disegno di legge, ma solo modificazioni nel senso da lui indicato.

Il Presidente ritiene che la discussione avvenuta abbia rischiarato assai la questione e che sia ora il momento di stendere una Relazione completa da presentarsi al Governo ed alla Commissione che esamina il disegno di legge sul serbatoio senza che sia necessario votare alcun ordine del giorno.

L'ing. Panzarasa, ritenendo di interpretare anche l'avviso del Prof. Zunini, dell'ing. Ganassini, si associa alla proposta del Presidente purchè la Relazione da

presentarsi tenga presente le idee da lui manifestate e riassunte nell'ordine del giorno presentato, idee che sono pur quelle della grande maggioranza dei soci. Propone inoltre che la nomina della Commissione sia deferita al Presidente ed in tal senso l'Assemblea unanimamente vota.

Ha quindi la parola l'ing. Semenza per la sua comunicazione: « *Tavole grafiche per la posa razionale delle condutture elettriche* ». La comunicazione è ascoltata con interesse e vivamente applaudita.

Il presidente si felicita coll'ing. Semenza e, data l'ora tarda, scioglie la seduta.

BARBACELATA f.f. da Segretario.

SEDUTA DEL 22 OTTOBRE 1912 (pomeriggio).

Prof. G. Vallauri — riferisce « *Sul passaggio delle macchine asincrone ad induzione attraverso al sincronismo* »; il conferenziere viene vivamente applaudito.

Quindi l'ing. G. Campos legge la sua comunicazione su « *Un nuovo tipo di Wattometro per misure sull'alta tensione mediante inserzione sulla bassa tensione* ».

La lettura è accolta con vivi applausi; segue la discussione che verrà riportata negli atti in seguito alla comunicazione. Alla discussione presero parte i soci Barbacelata, Vallauri, Lombardi e Campos.

Vengono poi date per lette, in assenza degli autori, le seguenti memorie:

Ing. G. G. Ponti « *Sulle moderne tendenze nell'illuminazione elettrica* ».

Prof. Amerio « *Su alcuni fenomeni di isteresi magnetica* ».

Segue quindi la lettura dell'ing. Rutemberg sulle « *Dighe di sbarramento a carico frazionato, sistema Rutemberg* », che viene vivamente applaudita. Domandano ed ottengono schiarimenti i soci Ruffolo, Verole, Fossa Mancini.

Infine il Presidente presenta ai soci la memoria dell'ing. Fossa Mancini « *Studio critico sulla teoria del Poynting* » di cui l'autore ha fatto dono all'Associazione in parecchie copie.

La seduta è tolta.

Il Segretario Generale
PARVUPASSU.

SEDUTA DEL 22 OTTOBRE 1912 (sera)

(Aula magna dell'Università)

Superiore ad ogni aspettativa riesce l'Assemblea indetta dalla *Mathesis* d'accordo con la *Associazione Elettrotecnica Italiana* e con la *Società di Fisica*, in seguito ad una iniziativa della Presidenza dell'Associazione dei Professori universitari. L'aula magna dell'Università presenta un aspetto imponente. Oltre agli aderenti delle suddette Società, notansi molti professori di Università e Scuole di Applicazione, e numerosi professionisti (1).

Presiede il prof. *Castelnuovo*, il quale invita a sedere al banco della Presidenza i professori *Enriques*, presidente dell'« *Associazione nazionale fra i professori universitari* », *Lori*, presidente dell'« *Associazione Elettrotecnica Italiana* », e *Somigliana*, rappresentante della « *Società Italiana di Fisica* ».

(1) La Società di Fisica è rappresentata ufficialmente dai professori Abraham, Garbasso, Somigliana. La R. Scuola navale di Genova, dal prof. Garibaldi.

Enriques, come presidente della A. N. P. U., prende la parola per ringraziare la « Società Mathesis », la « Associazione Elettrotecnica Italiana » e la « Società di Fisica », che, accogliendo il suo invito, hanno voluto promuovere una larga discussione dei competenti intorno alla *Preparazione degl'Ingegneri*.

Dopo il Congresso di Roma, la nuova presidenza dell'A. N. P. U. si propone di allargare nel paese lo studio ed il dibattito dei problemi, che concernono la riforma dell'Università Italiana ed in ispecie la preparazione alle professioni.

Una determinazione più precisa di questo programma deve esser fatta dal Consiglio Direttivo dell'A. N. P. U. Ma intanto la presidenza dell'A. N. P. U. ha creduto opportuno di approfittare della presente occasione che riunisce a Genova tante persone competenti, e si è assunta l'iniziativa dell'invito che ha condotto alla presente riunione. Il concetto che l'ha ispirata è che nella discussione dei problemi concernenti la preparazione alle professioni, i professionisti stessi portino la loro parola e che tutte le opinioni e le tendenze degl'interessati si facciano valere. L'Associazione universitaria si propone poi di coordinare i risultati dei singoli studi e di soddisfare alle esigenze speciali delle diverse professioni, componendole in una veduta sintetica dell'organismo universitario.

Il *Presidente* dice che « Mathesis » ha accolto con piacere l'idea della presente riunione, perchè questa Società dà grandissima importanza al problema della preparazione degl'ingegneri, e perchè essa desidera la collaborazione degli uomini che vivono per la scienza e per la scuola, e degli uomini di azione nell'esame delle questioni didattiche. L'attuale discussione sarà utile per l'avvenire dei Politecnici, anche se da essa non usciranno proposte concrete di riforma. Il desiderio di Mathesis è che in questa seduta siano messi in luce i vari aspetti, sotto cui può essere esaminato il problema dell'insegnamento teorico e tecnico per gli allievi ingegneri, insegnamento che, secondo il giudizio dei competenti, non risponde ai bisogni dell'epoca presente.

Dà quindi la parola al relatore prof. *F. Lori*.

Lori riferisce sul tema: *L'ordinamento degli studi scientifici e tecnici, che conducono al diploma d'ingegnere* (2).

L'oratore è salutato, alla fine, da una prolungata ovazione.

Somigliana sarà breve perchè il suo tema è già stato discusso a Parma, dal 1° Congresso della Società italiana per il progresso delle Scienze, qui in Genova dalla Sezione della Mathesis, ed anche in altre sedi ed in varie occasioni. Perciò riassumerà solamente i principali argomenti.

La quistione della preparazione matematica degl'ingegneri è sorta in tutti i paesi civili, quando colla maggiore penetrazione delle Scienze fisico-chimiche nell'ingegneria la base degli studi professionali si è venuta sempre più spostando dalla matematica pura verso queste scienze.

Contemporaneamente il prevalere dell'indirizzo critico nella matematica ha portato questa scienza sempre più lontana dalle applicazioni, non solo tecniche ed industriali, ma anche scientifiche.

Il dissidio fra teorici e tecnici è divenuto inevitabile.

Alcuni propongono, come rimedio radicale, la separazione completa fra gli studi teorici e quelli destinati alla preparazione degl'ingegneri.

L'O. si domanda se questa separazione sarebbe utile all'insegnamento e risponde negativamente, anzi crede che sarebbe nociva, tanto agli studenti di scienze pure che agli studenti d'ingegneria.

Occorre che agli studi d'ingegneria si dia un serio carattere scientifico, e che siano sempre penetrati da un certo spirito scientifico, che li tenga lontani dall'empirismo.

E d'altra parte gli studenti di matematiche devono essere mantenuti in con-

(2) Vedi pag. 933.

tatto coi problemi del mondo reale. Ricorda, a questo proposito, una immagine del Poincaré, il quale disse che un matematico puro che si tiene separato dalle scienze d'applicazione, è come un pittore senza modelli, che sovrapponga a capriccio i colori sulla tela.

Propone pertanto alcune riforme che non sono originali, anzi possono dirsi già da tempo maturate nella mente di molti scienziati e tecnici, e che in parte già sono state, in qualche scuola, sperimentate.

Propone cioè che:

1° l'insegnamento del *calcolo* sia cominciato nel primo anno di Università;

2° gl'insegnamenti di *algebra e geometria proiettiva* siano limitati nel loro svolgimento;

3° la *meccanica razionale* sia portata dal terzo al secondo corso.

Quest'ultima proposta sarebbe facilitata dal trasporto del calcolo dal secondo al primo anno di studi.

Potrebbe obiettarsi che, attuando tali proposte, si verificherebbe un dannoso accumulamento di studi; ma, limitando l'insegnamento di altre materie, e soprattutto colla buona volontà degl'insegnanti, anche il cumulo di studi potrebbe evitarsi.

L'unica seria difficoltà consiste in ciò che alcune Università italiane hanno il primo biennio soltanto, e perciò sono privi di professore di Meccanica. Ma potrebbe rimediarsi anche a questo, giacchè due anni d'introduzione teorica sono sufficienti per preparare uno studente all'ingegneria. Così si fa in Germania, in Francia, e dovunque si è progredito nei metodi pratici d'insegnamento.

Si domanda, poi, se le sue modificazioni siano compatibili coi regolamenti attuali, e creda di sì. Tanto che a Roma si è già domandato di trasportare l'insegnamento della *Meccanica razionale* dal terzo al secondo anno.

Alcuni difensori del vecchio sistema d'insegnamento teorico-scientifico si sono dichiarati contrari alle riforme propugnate. Se essi sono presenti, li invita a discutere l'importante problema.

Il *Presidente*, nell'aprire la discussione sulle relazioni Lori e Somigliana, avverte di aver ricevuto tre rapporti scritti dai professori *Luiggi, Guidi e Rossi*; darà tra poco la parola al prof. *Luiggi* per esporre le sue idee, e rinuncia, il tempo non permettendolo, alla lettura degli scritti dei professori *Guidi e Rossi* assenti. Invita, intanto, a parlare per i primi i due direttori di Politecnici presenti, professori *D'Ovidio e Canevazzi*.

D'Ovidio dichiara che non è venuto per parlare, ma per istruirsi. A Torino già si stanno sperimentando, nel Politecnico, le riforme proposte dal prof. *Somigliana* allo studio dell'assemblea; attende ora l'esito dell'esperimento, che egli spera soddisfacente. Occorre però mettersi ugualmente al lavoro, e dedicarsi con la mente e col cuore alla sana riforma dell'insegnamento. Crede che il secondo biennio aiuterà il primo, se il diverso ordinamento dei corsi ridurrà la materia di studio di quest'ultimo.

Egli è sempre disposto a fare gli esperimenti che gli sembrano giustificati.

Canevazzi dichiara che nel suo istituto si farà ciò che vorrà decidere la Facoltà. E' d'accordo personalmente col prof. *D'Ovidio*, ma la maggioranza degl'insegnanti di Bologna ha timore che col concentramento di tutti i corsi teorici in un biennio, gli studenti siano eccessivamente aggravati.

Luiggi espone qualche idea che sa esser condivisa da vari colleghi della Scuola d'applicazione di Roma, e riassume un suo memoriale *Sulla preparazione matematica degli allievi ingegneri*.

Il *Presidente*, a proposito del voto espresso dal prof. *Luigi* per l'aumento del numero degli assistenti, rileva che l'identico voto fu espresso nel recente Congresso di Cambridge, dove fu detto che gli esercizi matematici dovrebbero esser guidati da numerosi assistenti, in modo analogo a quel che si tiene nelle esercitazioni di materie sperimentali.

Pincherle dichiara, anticipatamente, che viene a difendere una causa già persa,

giacchè egli è un convinto seguace del vecchio sistema. Malgrado ciò, non può non far rilevare i pericoli, che potrebbero portare nell'insegnamento le innovazioni proposte dai precedenti oratori.

E' d'accordo col prof. Luiggi, che non basta un solo assistente per tutti gli allievi, ma si deve riconoscere che la questione si riduce tutta ad una questione di uno o due stipendi di più o di meno.

In Italia, a differenza degli altri paesi, è ritenuto che occorra per la preparazione all'ingegneria il passaggio per l'Università. Ciò si fece sinora rispettando la libertà d'insegnamento. Ma se per adire ai politecnici occorre uno studio di Fisica e di Matematica speciale questa specializzazione, questo programma obbligato, che sarebbe imposto dalle Scuole d'applicazione, menomerebbe quella libertà d'insegnamento, che è sacrosanto privilegio dell'insegnamento universitario.

Ed allora, come conciliare questa tradizionale libertà, colla necessità della preparazione tecnica degli allievi?

La scolaresca, che viene con insufficiente preparazione dalle Scuole medie, non è atta a ricevere nel primo corso l'insegnamento del Calcolo, che non si può, necessariamente, ridurre a proporzioni troppo meschine, per adattarlo alla scarsa preparazione dell'alunno.

Ed allora ne viene, come conseguenza logica delle premesse del professor Lori e del professor Somigliana, la separazione dei Politecnici dalle Università.

Nei primi, studieremo i futuri ingegneri, nelle seconde, coloro che vogliono dedicarsi alla scienza pura.

Questa è l'unica soluzione pratica del problema dell'insegnamento; qualunque altra soluzione porterebbe ad un ibrido sistema d'insegnamento, che non potrebbe non far perdere all'Italia quel vanto, da tutte le nazioni riconosciuto, dello studio fondamentale scientifico, che da quarant'anni è patrimonio delle Scuole matematiche italiane. Noi teniamo fra le nazioni un posto scientifico onorevole, pari alla Francia ed all'Inghilterra, ed è stato riconosciuto fuori (p. es. in Austria) che la seria preparazione in Matematica dei nostri ingegneri, rende questi forse superiori a quelli degli altri paesi.

E' facile cosa il proporre che si trasporti lo studio del Calcolo al primo anno. Egli, che insegna in questo primo corso da trent'anni, sa che i giovani non giungono in tale corso sufficientemente preparati per questo studio.

La Commissione, che verrà eletta, rifletta prima di fare un passo arrischiato, falso.

Conclude, associandosi all'idea del prof. Lori: per gli allievi ingegneri occorre una ben seria istruzione teorica, oltre la speciale, diremo così, tecnica. Istruzione teorica non nel grado, che s'insegna ai cultori di Scienza pura, ma quel tanto che è necessario ad un uomo, che deve trovarsi a contatto con la classe più elevata di professionisti.

Enriques risponde al prof. Pincherle che la libertà d'insegnamento per il professore universitario non subirà menomazioni di sorta. Ma è giusto porre di fronte ad essa la libertà dello studente e stabilire i limiti delle esigenze cui questo deve soddisfare. Nota che gli studi matematici in Italia han prosperato perchè gli studenti si sono innamorati della matematica nel biennio preparatorio ai Politecnici.

Ritiene perciò che la separazione definitiva dei Politecnici dalle Università costituirebbe un pericolo e un danno anche per l'idealità del progresso degli studi matematici, mentre la proposta riforma eleverebbe l'insegnamento delle matematiche, allontanandolo da un indirizzo troppo critico e astratto.

Somigliana replica al prof. Pincherle, dicendo che la libertà d'insegnamento non verrebbe ridotta dalla proposta relativa all'insegnamento dell'Algebra, in quanto il professore universitario ha sempre modo di svolgere, sia in lezioni speciali, sia nel corso superiore del secondo biennio, quel maggior programma, che crede opportuno.

Dichiara poi di dissentire dal prof. Pincherle, circa la necessità da lui accen-

nata pel corso di Calcolo. Ritiene che il periodo della critica dell'Analisi infinitesimale sia ormai superato, e che sia possibile e desiderabile uno svolgimento di questa materia più semplice ed organico di quello, che ancora generalmente si segue.

Pincherle replica, dicendo che la separazione degli studi in Politecnico ed Università, potrà parere antiestetica dal punto di vista pedagogico, ma è la conseguenza logica delle necessità d'insegnamento dell'ingegneria.

Veronese si compiace che l'Associazione dei professori universitari abbia promosso questa utile discussione. Il problema è gravissimo ed occorrerebbe molto tempo per discuterlo.

Egli crede che la separazione dell'insegnamento Politecnico dall'Universitario porterebbe all'empirismo, e sarebbe dannoso per la scienza e per gli studenti.

Crede che si potrebbe raggiungere il fine di migliorare l'insegnamento dell'ingegneria, ottenendo la fusione degli'insegnanti e di metodi tra Matematica applicata e pura.

Come il prof. *Pincherle*, egli crede — e la pratica dell'insegnamento glielo ha provato — che gli studenti provenienti dalle Scuole secondarie non siano preparati per l'insegnamento del Calcolo.

Ben venga la Commissione, che il relatore prof. *Lori* propone. Egli per due anni insistette nel Senato, perchè il Ministero della pubblica istruzione nominasse una Commissione per il riordinamento degli studi matematici. Il Ministero inviò la proposta al Consiglio superiore, che, a sua volta, inviò l'interpellante alla Commissione Reale per l'ordinamento degli studi universitari.

Occorre che la Commissione, che verrà eletta, preghi il Ministro, affinchè prepari un adatto regolamento per le Scuole d'applicazione. Ma non conviene però domandare troppo e tutto in una volta.

Vorrebbe, anzi, che il Ministero stesso nominasse una Commissione per la riforma degli studi in discussione; non potendo ciò ottenere, nomini la Commissione l'assemblea.

Manfredini dichiara subito che non è un professore, ma che come ingegnere professionista, intende portare alla discussione il contributo della personale esperienza e la notizia di quanto in argomento venne già dibattuto in altra sede.

Ricorda che nella Assemblea Generale della Federazione dei Sodalizi it. di Ing. ed Arch., tenuta a Roma il 14 aprile del 1911, venne lamentata la poca praticità dell'insegnamento professionale. E' ormai sentita la necessità nella classe dei professionisti, che dalla Scuola si esca con corredo di cultura giuridica ed economica, che risponda alle esigenze della vita moderna, mentre spesso l'ingegnere si trova alla testa di Società Industriali.

In seguito a tale voto l'oratore ha trattato la questione nel periodico « Il Monitor Tecnico » da lui diretto, ed alla discussione sarebbe emersa una proposta concreta da lui fatta ed approvata dal senatore Colombo, secondo la quale la durata degli'insegnamenti sarebbe portata da 5 a 6 anni. Il nuovo ordinamento dovrebbe comprendere un corso di quattro anni, comune a tutte le sezioni, nei quali si avessero ad insegnare le matematiche, la meccanica razionale, e gli altri insegnamenti teorici, che sono fondamento dell'ingegneria, nonchè tutti quelli insegnamenti tecnici, giuridici, amministrativi ed economici, che debbono essere comuni agl'ingegneri civili, agli architetti, agl'ingegneri ferroviari, ai meccanici, agli elettrotecnici, ai chimici ed elettrochimici, e via dicendo.

Il terzo biennio dovrebbe essere dedicato ai corsi speciali. Così sarebbero conciliate le esigenze della specializzazione tecnica con quelle della cultura generale; e si avrebbe anche il vantaggio che la scelta, da parte del giovane, della speciale carriera, avverrebbe quando egli ha già appreso le nozioni fondamentali delle varie branche del tecnicismo, e non dopo il primo biennio, nel quale gl'insegnamenti sono quasi esclusivamente matematici.

Padoa riconosce che esiste veramente un dissidio tra l'insegnamento tecnico ed il matematico, e crede che questo, per gl'ingegneri, debba avere un indirizzo

tutto speciale. Ma per dare questa fisionomia speciale all'insegnamento, occorre la separazione netta fra lo studio matematico d'ingegneria e lo studio delle scienze pure. Questa separazione non sarà, come disse il prof. Luigi, funesta all'insegnamento, al contrario lo farà fiorire più rigoglioso. La questione degli assistenti si riduce ad una semplice questione finanziaria, ma non è logico, che siano lesi i diritti dell'insegnamento per una meschina questione di stipendi.

Il *Presidente* fa notare che vi sono ancora tre iscritti a parlare; stante l'ora tarda, propone la chiusura della discussione.

L'Assemblea approva.

Peano loda ed approva la relazione del prof. Lori relativamente all'insegnamento della matematica per gl'ingegneri.

La matematica non deve andare disgiunta dall'applicazione, altrimenti diventa troppo astratta.

La matematica rigorosa è una sola, tanto per i futuri ingegneri che per i matematici puri, che saranno i futuri professori degl'ingegneri.

Anche lo studio, nel primo biennio, della topografia, o di altra materia pratica simile, è ugualmente utile agli studenti d'ingegneria, che a quelli di Matematica pura.

Bortolotti da parecchi anni insegna Algebra e Calcolo nell'Università di Modena, per l'esperienza del proprio insegnamento può sicuramente affermare che il corso di Calcolo si può cominciare fino dal primo anno con notevole vantaggio della scuola. Ma il medesimo insegnamento non potrebbe in alcun modo terminare prima della fine del secondo anno. Dubita però che il professore di Meccanica razionale trovi negli scolari di secondo anno una preparazione sufficiente.

Veronese presenta un ordine del giorno, perchè sia invitato il Ministro della pubblica istruzione a nominare una Commissione per studiare l'importante problema, ed in caso che S. E. il Ministro non potesse aderire, tale incarico venga affidato ai presidenti delle Associazioni presenti al Congresso.

Enriques crede che non sia necessario che la Commissione venga nominata dal Ministro. I competenti sono qui adunati, essi che conoscono le necessità urgenti dell'insegnamento, nominino fra loro la Commissione per il riordinamento degli studi d'ingegneria. Se questo non vorrà fare l'Assemblea, propone che la Commissione venga nominata dai presidenti delle Associazioni Mathesis, Elettrotecnica e Fisica che hanno indetto questa adunanza.

Manfredini crede pure che la Commissione debba venire nominata dall'Assemblea: l'intervento del Ministro in questa elezione non potrebbe portare alcuna utilità pratica.

Somigliana ritiene che la Commissione debba venire eletta dall'Assemblea, e presenta un ordine del giorno in tal senso.

Manfredini, associandosi ad una parte dell'ordine del giorno *Somigliana*, propone che la Commissione venga eletta, anzichè dall'Assemblea, come vuole il prof. *Somigliana*, dalle presidenze delle tre Associazioni.

Lori si associa all'« emendamento *Manfredini* ».

Somigliana si associa pure.

Veronese ritira il suo ordine del giorno e aderisce a quello « *Somigliana-Manfredini* ».

Il *Presidente* pone ai voti l'ordine del giorno « *Somigliana-Manfredini* »:

« L'Assemblea invita le presidenze delle tre Associazioni, che hanno indetto l'odierno convegno, a nominare una Commissione, la quale tratti l'importante problema concernente l'organizzazione della Scuola d'applicazione per gl'ingegneri, e formuli proposte concrete ».

L'Assemblea approva all'unanimità.

Il *Presidente* toglie la seduta, ore 24.30.

Nota — Il presente verbale ci venne favorito dalla cortesia del Prof. Castelnovo presidente della « Mathesis »

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA
SEDE CENTRALE



Rendiconto dell'anno sociale 1911

Bilancio consuntivo esercizio

Previsione d'Assestamento per l'anno 1912

Bilancio Preventivo 1913



ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA

RENDICONTO DEL BILANCIO CON

RENDITE	Preventivo 1911	CONSUNTIVO		Differenza
a) Ordinarie:				
Contributi delle Sezioni:				
Bologna L.		990	—	
Catania »		810	—	
Genova »		760	—	
Livorno »		500	—	
Milano »		5430	—	
Napoli »		1750	—	
Padova »		550	—	
Palermo »		260	—	
Roma »		1790	—	
Torino »		2010	—	
L.	14800	14850	—	+ 50
Vendita e abbonamenti Atti e Norme »	400	392	26	- 7
Proventi estratti Atti e contributi au- tori memorie »	400	654	80	+ 254
Vendita distintivi sociali »	—	—	—	—
Vendita clichés »	—	—	—	—
Proventi pubblicità sugli Atti »	600	1391	65	+ 791
Interessi »	800	720	70	- 79
			18009	46
TOTALE RENDITE ORDINARIE L.	17000			+ 1009
b) Straordinarie;				
Accantonamento 1910 pel Congresso di Torino 1911 L.	2500		2500	—
TOTALE RENDITE L.			20509	46
A PAREGGIO »			3086	10
L.	19500		23595	56

STATO PATRIMONIALE ALLA CHIUSURA DELL'ESERCIZIO 1911

Patrimonio alla chiusura dell'Esercizio 1910 L.	20884	21
<i>Soppravvenienza passiva Esercizio 1911 L.</i>	3086	10
Patrimonio alla chiusura Esercizio 1911 L.	17798	11

Si inseriscono per memoria:

Mobilio — Distintivi sociali — Periodici ricevuti in cambio — Pubblicazioni sociali in magazzino.

SUNTIVO ESERCIZIO

(1) Vedi Congresso.
(2) Vedi Sistemaz. Biblioteca.

I revisori dei conti: ING. A. LURASCHI - ING. P. FERRERIO - PROF. ING. A. QUADRIO

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA

Previsione d'asesta Bilancio preventivo

RENDITE	CONSUNTIVO 1911		Primo Bilancio pre- ventivo 1912		Previsione di assestamento 1912		PREVENTIVO 1913	
a) Ordinarie:								
Contributi delle Sezioni L.	14850	—	15150	—	15000	—	15000	—
Vendita ed abbonamento Atti »	392	26	300	—	200	—	200	—
Proventi contributi autori per stampa - Me- morie ed Estratti Atti »	654	80	400	—	550	—	550	—
Vendita distintivi sociali »	—	—	—	—	—	—	—	—
Vendita clichés »	—	—	—	—	25	—	—	—
Proventi pubblicità sugli Atti »	1391	65	2000	—	1500	—	1500	—
Interessi »	720	75	700	—	600	—	600	—
 TOTALE RENDITE ORDINARIE L'	18009	46	18550	—	17825	—	17850	—
b) Straordinarie:								
Accantonamento 1910 pel Congresso Interna- zionale Torino 1911 L.	2500	—	—	—	—	—	—	—
Vendita Norme e ricavo pubblicità relativa »	—	—	1000	—	2200	—	300	—
 TOTALE RENDITE L.	20509	46	19550	—	20025	—	18150	—
A PAREGGIO »	3086	10	—	—	—	—	—	—
 L.	23595	56	19550	—	20025	—	18150	—

CONTRIBUTI 1912				Versato al 1 ^o Ottobre	
Sezione Bologna L.	790	—	—	—	—
» Catania »	730	—	300	—	—
» Genova »	710	—	300	—	—
» Livorno »	400	—	230	—	—
» Milano »	5000	—	5000	—	—
» Napoli »	1830	—	915	—	—
» Padova »	570	—	—	—	—
» Palermo »	290	—	135	—	—
» Roma »	2010	—	1000	—	—
» Torino »	1930	—	—	—	—
 L.	15000	—	7880	—	—

IL CASSIERE
A. BARBAGELATA

ITALIANA - SEDE CENTRALE - MILANO

mento dell'anno 1912
" 1913

S P E S E		CONSUNTIVO 1911		Primo Bilancio pre- ventivo 1912		Previsione di assestamento 1912		PREVENTIVO 1913	
a) Ordinarie ;									
Publicazione Atti ed Elenco Soci	L.	14644	05	1300	—	12500	—	13300	—
Riunione annuale	»	(1) —	—	600	—	600	—	600	—
Distribuzione periodici alle Sezioni	»	—	—	—	—	—	—	—	—
Affitto e Servizi	»	830	—	850	—	500	—	500	—
Stipendi e gratificazioni	»	1440	—	1400	—	1400	—	1400	—
Stampati vari	»	191	—	150	—	100	—	100	—
Spese postali e minute	»	588	83	500	—	600	—	500	—
Cancelleria	»	106	80	100	—	150	—	150	—
Rilegatura periodici e libri	»	2) —	—	—	—	—	—	—	—
Distintivi sociali	»	—	—	—	—	—	—	—	—
Mobilio	»	13	—	—	—	—	—	—	—
Riuborso spese ferroviarie Presidenza	»	81	70	300	—	300	—	300	—
Redazione sunti stampa estera	»	500	—	500	—	500	—	500	—
Imprevisti e Riserva	»	—	—	150	—	150	—	100	—
TOTALE SPESE ORDINARIE L.		18395	38	17550	—	16800	—	17150	—
b) Straordinarie :									
Congresso Torino 1911 e Riunione	L.	4000	—	—	—	—	—	—	—
Onoranze a Pacinotti	»	108	05	—	—	—	—	—	—
Spese per le Norme	»	92	13	1000	—	1200	—	—	—
Sistemazione Biblioteca Centrale	»	1000	—	1000	—	1000	—	1000	—
Stampa Memoria Pacinotti	L. 1500	—	—	—	—	—	—	—	—
Concorso Ministero	» 1000	—	—	—	—	500	—	—	—
TOTALE SPESE L.		23595	56	19550	—	19500	—	18150	—
AVANZO	»	—	—	—	—	525	—	—	—
L.		23595	56	19550	—	20025	—	18150	—

IL PRESIDENTE
F. LORI

IL VICE-SEGRETARIO GENERALE
A. BIANCHI

(1) Vedi Congresso Torino 1911.
(2) Vedi Sistem. Biblioteca.

CRONACA DELLA RIUNIONE

Giorni lieti vennero preparati ai Congressisti dalla cortesia dei colleghi della Sezione di Genova.

Il Presidente della Sezione e un Comitato speciale composto dai soci Brizio, Bonanni, Cappellini e Koenigsheim hanno curato uno splendido programma di visite tecniche e festeggiamenti.

Già sin dalla domenica 18 ottobre, la Presidenza del Comitato ordinatore del Congresso della Società per il Progresso delle Scienze volle che ai Soci della Società stessa si accompagnassero pure quelli dell'A. E. I. ad una gita in mare riuscita quanto mai splendida.

Ci imbarcammo verso le 9 sul Piroscalo « Siracusa » della Società Nazionale per i Servizi Marittimi — che da prima costeggiò la riviera di ponente sino all'altezza di Savona e Vado, indi tornò verso Genova continuando la rotta fino a Portofino per ricondurci alla Superba verso le 17. A bordo fu servita una squisita colazione.

Lo spettacolo della meravigliosa riviera goduta nello splendore del mare calmo e del cielo incantevole della Liguria, rimarrà indimenticabile. Animatissimi furono i conversari: argomento principale fu quello degli studi che conducono al diploma d'ingegnere; altri gitanti colla scorta cortese dei soci genovesi passavano in rassegna le città, le ville, gli stabilimenti che ornano le sponde. Altri infine raccoltisi a poppa si diletta vano di canti e di danze cui presero parte gentili e belle signore.

Il dì seguente, lunedì 14, alle 14, il Consorzio del Porto accolse i Congressisti in quattro piccoli piroscali e li condusse pel porto facendone visitare i lavori principali. Così si ammirarono i vari bacini, gli impianti di sollevamento del carbone dalle navi, si costeggiò la Dreadnought « Leonardo da Vinci » in allestimento e si visitarono minutamente la sua gemella « Giulio Cesare » ed alcune torpediniere. Quindi scesi a terra si percorsero attentamente le officine di allestimento della Ditta G. Ansaldo e C.

Riuscitissimo si svolse la sera stessa il pranzo sociale nello splendido salone dell'Albergo Miramare. Numerosi i soci, gli invitati, le signore. Allo champagne il Prof. Lori si rivolse ai convitati colle seguenti parole accolte da vivi applausi:

Signori,

« L'ora, in cui si suol celebrare il rito della cordialità e della letizia, è scoccata. L'ha annunciata il mormorio del vino scintillante nella coppa. Celebriamo quel rito nel nostro cuore, attribuendogli tutt'intero il suo significato di compiacimento e di augurio.

La nostra Associazione accompagna ormai da sedici anni l'elettrotecnica nella sua ascesa trionfale. Quante volte durante questo periodo abbiamo avuto

occasione di riunirci per celebrare una nuova conquista applicata in Italia, o per acclamare un Italiano, che avea salito una cima di gloria! Quale collana di carmi, se il Poeta avesse voluto ogni volta celebrare la gesta o l'eroe! Ma nel nostro cuore è impresso il fascino, ma nel nostro petto risuona l'armonia del Poema senza strofe! Ecco, o Signori, il titolo al compiacimenti.

E lasciate che dalla mia bocca erompa anche l'augurio. L'avvenire dell'elettrotecnica sia degno come importanza delle conquiste del pensiero scientifico, sia degno come valore delle applicazioni tecniche, sia degno come manifestazione del Genio di nostra Gente. E l'opera dei nostri Colleghi di ogni Nazione gareggi con quella dei più alti pensatori e dei più fervidi apostoli nel progresso verso l'affratellamento dei popoli. Questi, che attraverso pochi conduttori sottili potranno scambiarsi l'energia, cioè il fattore più importante del lavoro, e per l'etere, il quale non ammetterà barriere doganali, potranno scambiarsi il pensiero, che è il reggitore di ogni manifestazione della vita, impareranno un giorno a scambiarsi anche l'amore. Soltanto allora il Sapere avrà raggiunto il suo scopo morale. Spetti, come abbiamo diritto di auspicare, alla nostra Scienza l'accendere per prima la grande fiamma, che riscaldi ovunque batte un cuore, senza distinguere il colore della pelle o il grado di latitudine, sotto cui è nato.

Tale è l'augurio che sciolgo ».

Parlarono quindi applauditissimi il Prof. Giuseppe Vitale, Assessore delle Belle Arti di Genova in rappresentanza del Sindaco, l'Ing. Moisè Giacomo Reggio, Presidente del Collegio degli Ingegneri; il Prof. S. A. Rumi, Presidente della Sezione di Genova; il Prof. Arnò e il Prof. Martini Zuccagni a nome della Sezione di Livorno.

Il martedì non pochi furono i volonterosi che al mattino di buon'ora salirono, sotto una pioggia torrenziale, a San Simone ad ammirare l'impianto di sterilizzazione dell'acqua della Società dell'acquedotto Nicolai. L'acqua attingita dal torrente Scrivia alla distanza di circa 35 Km. arriva a S. Simone; quivi viene filtrata e resa limpida a mezzo del processo Puech-Chabal a filtrazione frazionata, e quindi sterilizzata.

Per la sterilizzazione si hanno ora due piccoli impianti di prova; gli esperimenti che stanno facendosi decideranno a quale dei sistemi converrà dare la preferenza. Uno dei sistemi è quello della sterilizzazione mediante i raggi ultravioletti, sistema Henry Heilbronner di Reclinghausen; l'altro è quello della sterilizzazione coll'ozono della Ozongesellschaft di Berlino. I Congressisti furono accolti e favoriti dei più ampi schiarimenti dai signori cav. E. Bozzino e cav. E. Larco, amministratori delegati; e dal sig. Ing. Capo L. Campanella e Ing. G. Piccardo.

Scesi dipoi da San Simone a Sampierdarena i soci visitarono la Stazione di Trasformazione della Società Elettrica Riviera di Ponente Ing. R. Negri. La energia prodotta dalle Centrali Bevera (Ventimiglia) e Giauma (Airole) a 75.000 volt arriva alla stazione di S. Giovanni Battista presso Sestri Ponente; da questa una parte prosegue per Busalla e una parte viene alla stazione di Sampierdarena da noi visitata, ed ivi viene trasformata a 12000 Volt e così distribuita:

con 1 cavo alla Ditta G. Ansaldo e C. (Sampierdarena);

con 2 cavi alle Officine Elettriche Genovesi (Sampierdarena);
con 1 linea aerea alla Ditta Ansaldo (per gli Stabilimenti di Cornigliano Ligure);

con 1 linea aerea per la Ditta Nastruzzio (Cornigliano).

Furono premurosa guida nella visita i signori Ing. Profumo, Caccioppoli e Taiti.

Ed ancora nella stessa attivissima mattinata si visitarono le Officine Elettriche Genovesi, accolti con ogni cortesia e guidati dai signori Direttori Königshelm e Martel e dagli Ing. Froeschel, Hess, Finocchio, Furlaneto, Taiti e Avogadro. Attualmente l'Officina termica raggiunge la potenza di 20.000 Kw. La distribuzione primaria vien fatta a 12.000 Volt. I Soci ebbero anche il piacere di esaminare un turboalternatore A. E. G. di 8000 Kw. - 3000 volt - 50 periodi - 1500 giri, in montaggio.

A mezzodì le Officine Elettriche Genovesi convitarono i soci dell'A. E. I. e quelli del Congresso delle Scienze ad una sontuosa colazione al Ristorante Giunsella. Brindarono i signori Königshelm, l'on. Pietro Chiesa, il prof. Lori, il prof. Rumi e il prof. Piutti.

Il mercoledì i soci si portarono a Savona dove nelle Officine della Soc. Siderurgica, accolti dall'ing. Alcide Pagani e da altri, poterono assistere alla laminazione di rotaie, ferri sagomati, lamiere grosse e lamierino, latta stagnata, e alla fusione di tubi.

Indi visitarono la Funivia Savona-S. Giuseppe pel trasporto carboni colla scorta dell'Ing. Pietro Garduzzo della Funivia, dell'Ing. Jung della Casa J. Polig costruttrice dell'impianto generale e degli ingegneri della Westinghouse che eseguì la parte elettrica. A tutt'oggi è stata ultimata una delle due funivie parallele progettate.

L'impianto attuale è della potenzialità pratica di trasporto di 180 tonn. all'ora di carbone ossia di 4400 tonn. in 24 ore. La linea aerea collegante la stazione di carico in Savona col parco di caricamento vagoni a S. Giuseppe è lunga 17 Km.; la stazione di S. Giuseppe trovasi a 350 metri dal livello del mare.

Da ultimo la Sezione di Genova volle invitare i Soci prima che si separassero, ad un sontuoso banchetto in Genova nel salone del Caffè della Stazione.

Il simposio fu animatissimo, parlarono fra gli applausi il Prof. Rumi, il Prof. Lori e l'Avv. Goffredo Palazzi, Assessore anziano in rappresentanza del Sindaco.

E così ebbe termine questa riunione tanto felicemente riuscita sia pel numero concorso dei soci (oltre centocinquanta), sia per l'importanza dei lavori, sia per la cortesia delle accoglienze.

Al Prof. S. A. Rumi, al Comitato Ordinatore, ai Soci della Sezione di Genova, al Comitato Ordinatore del Congresso delle Scienze, all'on. Consorzio del Porto e al Presidente di entrambi questi ultimi, Comm. Nino Ronco, alle Officine Elettriche Genovesi ed a quanti in Genova e Savona tanto cortesemente ci accolsero la Presidenza dell'A. E. I. rinnova i più vivi sensi di simpatia e gratitudine.

Il v. Segretario Generale
ANGELO BIANCHI.

N. 7.

VERBALI DELLE SEZIONI

SEZIONE DI PALERMO.

(Adunanza del 18 aprile 1912).

ORDINE DEL GIORNO

1. *Conferenza del Prof. O. ARENA.*
2. *Comunicazioni della Presidenza.*
3. *Ammissione di nuovi Soci.*
4. *Presentazione di una nota del Prof. A. DINA.*

Presiede il Prof. DINA, Presidente.

1). Il *Presidente* dà la parola al Prof. A. ARENA che legge la sua Comunicazione sul tema: *Il Combustibile liquido ed il suo uso a bordo delle Navi.*

Il conferenziere è vivamente applaudito.

2) Il *Presidente* compie il doloroso ufficio di comunicare ai Soci la morte del compianto Senatore Pacinotti e manifesta sensi di profondo rammarico. L'Assemblea si associa alle parole del *Presidente* ed esprime le sue profonde condoglianze.

Si passa quindi a discutere sul riordinamento della Biblioteca in base ad un inventario dei libri esistenti appositamente compilato.

Si decide altresì di esonerare la Biblioteca Centrale dall'invio del periodico *Elektroteknischer Anzeiger* ».

3) Vengono ammessi ad unanimità a far parte della Sezione i Soci Ing. Quinto Fabbri ed Ing. Enrico Raverta.

4) Il Prof. Dina presenta una sua comunicazione: *Sull'uso del wattmetro dinamometrico a frequenze elevate* ».

Il Segretario

G. B. SANTANGELO.

N. 8.

RECENSIONI

(I recensori non assumono alcuna responsabilità delle affermazioni e dei giudizi contenuti negli articoli riassunti)

Applicazioni diverse.

Sul comando elettrico delle macchine da cucire.

K. HEUMANN. — 12 settembre 1912.

Il campo delle applicazioni elettriche, che già abbraccia quasi tutte le grandi industrie, va man mano estendendosi, lentamente forse, ma continuamente, anche a quelle di importanza minore.

Potranno perciò riuscire utili alcune notizie relative ai recenti tentativi, che si stanno facendo in Germania, per diffondere il comando elettrico delle macchine da cucire anche per il lavoro a domicilio.

Sebbene la pratica abbia dimostrato che l'uso del motore elettrico diminuisce la fatica dell'operaio ed aumenta di molto il lavoro utile che può produrre in un determinato tempo, in guisa dunque che la spesa per il consumo di energia elettrica è ampiamente compensata dalla maggior produzione, la difficoltà principale che incontra la sua diffusione sta nel fatto che un motorino da 1/16 di cavallo (la potenza occorrente per una usuale macchina da cucire) costa dalle 120 alle 180 lire, un prezzo, cioè, paragonabile a quello della macchina da cucire; e che inoltre riesce in genere relativamente gravosa la spesa d'impianto della conduttura elettrica.

Per evitare queste difficoltà, la Società che distribuisce energia elettrica (sotto forma di corrente trifasica) a Strasburgo ha pensato di dare in affitto all'utente il motore e le condutture contro il pagamento di una quota mensile complessiva che varia da 2,50 a 3,15 lire al mese, oltre s'intende, il prezzo dell'energia elettrica consumata (che è venduta a 24 centesimi al kw.-h.) il quale è risultato, in media, vicino alle 3 lire al mese. Dopo 5 anni l'utente diventa proprietario del motore e della conduttura e non paga più che il consumo di energia.

La regolazione della velocità della macchina è stata ottenuta con un dispositivo, manovrato dal pedale, che agisce sulla tensione della corda d'accoppiamento e che si è dimostrato sufficientemente pratico e sicuro. — Naturalmente nei casi nei quali la distribuzione anzichè esser fatta con corrente trifasica è fatta con corrente continua, la regolazione potrà essere ottenuta ancora meglio con l'uso di un piccolo reostato manovrato dal pedale.

In poco tempo la Società è riuscita ad installare, alle condizioni accennate, oltre un centinaio di motorini nella sola città di Strasburgo.

U. B.

I condensatori elettrolitici e il loro impiego per sopprimere le scintille di apertura.

K. SIEGL. — *E. T. Z.* - 29 agosto 1912.

Dopo una serie di ricerche effettuate sul funzionamento degli orologi elettrici di precisione, l'A. è venuto alla conclusione che il mezzo migliore per sopprimere le *scintille di apertura* che si verificano nei contatti è ancora quello di far uso di un condensatore di conveniente capacità, posto in derivazione sulle parti fra le quali scatta la scintilla.

Ma poichè la capacità occorrente è sempre assai considerevole, l'A. ha cercato di sostituire i condensatori di tipo ordinario, a mica od a carta paraffinata, il cui costo è sempre molto alto, con i condensatori elettrolitici.

Dei vari tipi di condensatori elettrolitici sperimentati, il Siegl preferisce quelli costituiti da elettrodi di ferro immersi in una soluzione concentrata di soda, i quali, fra altro, presentano il vantaggio di avere una durata lunghissima senza esigere una manutenzione apprezzabile. Gli elettrodi possono avere la forma di *fili*, *tubi* o *lamine* di diversa grandezza; è risultato preferibile l'uso di tubi concentrici di dimensioni tali che la superficie attiva di ogni elettrodo sia intorno ai 30 cm.², oppure di lamine perforate, utilizzate da un lato solo, aventi la stessa superficie attiva. In complesso, però, i risultati dell'uso dei condensatori elettrolitici non sono completamente soddisfacenti.

[L'impostazione del lavoro qui riassunto del Siegl non è forse del tutto giusta, inquanto chè non è esatto affermare che l'uso dei condensatori a dielettrico solido riesca sempre eccessivamente costoso. Il problema della costruzione di condensatori di elevata capacità e di costo moderato si è già presentato da molto tempo, come è noto, in telefonia; ed è stato risolto sia con l'impiego di condensatori elettrolitici, sia con l'impiego di un tipo speciale di condensatori a carta paraffinata, formato da una serie di strisce sottilissime, alternate, di carta e di stagnola arrotolate e compresse fortemente. Da vari anni è costruito correntemente (Western) il tipo da 2 *microfarad*, che ha la forma di un piccolo parallelepipedo avente le dimensioni 3,5 × 3,5 × 12 cm., del peso di circa 250 gr. e che costa poco più di 3 lire.

Questo tipo di condensatore non si presta evidentemente per misure di precisione o per ricerche molto delicate o nelle quali il condensatore debba essere sottoposto a differenze di potenziale alto (superiori a 1 centinaio di volt); ma riesce utilissimo in una quantità di applicazioni, fra le quali è certo compresa quella studiata dal Siegl, sopra tutto in vista del costo limitato e del piccolo spazio che occupa. Lo scrivente ne ha fatto uso con ottimi risultati, fin dai primi mesi dell'anno corrente, appunto per sopprimere le scintille di apertura che si verificavano nel contatto di un orologio elettrico di precisione Havelk di cui facevano uso, per alcune misure d'indole geodetica, il prof. V. Reina e l'ing. G. Cassinis della R. Scuola per gli Ingegneri, in Roma. La scintilla è scomparsa completamente facendo uso di una capacità di circa 16 *microfarad*, ottenuta accoppiando in parallelo 8 condensatori del tipo accennato, i quali sono costati quasi 28 lire].

U. B.

Illuminazione.

Una nuova lampada a vapori metallici.

M. WOLFKE. — *E. T. Z.* - 5 settembre 1912 e *Lumiere Electrique* 5 ottobre 1912.

È noto che la lampada a vapore di mercurio dà una luce estremamente povera in raggi rossi: è per questo che parecchi sperimentatori, e in particolare l'A. e il signor Ritzmann, tentarono di sostituire il mercurio con delle leghe aventi

uno spettro più ricco in radiazioni gialle e rosse. Dapprima Wolfke e Ritzmann ritenevano che si dovessero usare soltanto leghe facilmente fusibili, presto però si avvidero che non comportava il punto di fusione ma bensì la temperatura di vaporizzazione la quale deve essere bassa sia per ottenere un buon rendimento economico della lampada, sia per evitare l'annerimento delle sue pareti nei depositi metallici durante il suo funzionamento, per questo occorre che la temperatura di vaporizzazione dei diversi metalli impiegati sia minore della temperatura delle pareti che circondano l'arco luminoso. Occorre poi che i metalli impiegati non abbiano alcuna affinità chimica col quarzo. Di tutti i metalli sperimentati gli unici che si mostrassero convenienti furono il cadmio (temperatura di rap. 450° C.) e lo zinco (560° C.)

D'altra parte i raggi principali della parte visibile degli spettri di questi metalli corrispondono alle lunghezze d'onda:

$$\lambda = 0,468 \mu \quad 0,472 \mu \quad 0,481 \text{ (bleu)} \quad 0,636 \mu \text{ (rosso)} \quad \text{per lo zinco.}$$

$$\lambda = 0,468 \mu \quad 0,480 \mu \text{ (bleu)} \quad 0,508 \text{ (verde)} \quad 0,644 \mu \text{ (rosso)} \quad \text{per il cadmio.}$$

Le prove fatte con lo zinco non diedero tuttavia buoni risultati onde Wolfke e Ritzmann limitarono le loro ricerche al cadmio. Esso è completamente neutro rispetto al quarzo e i depositi che si formano sulle pareti quando si spegne la lampada scompaiono non appena si riaccende, di modo che durante il funzionamento le pareti restano perfettamente trasparenti: occorre però introdurre il metallo in stato di assoluta purezza.

Per ciò che concerne il colore della luce l'esame dello spettro mostra che fanno ancora difetto il violetto, il giallo e l'estremo rosso: aumentando la temperatura l'intensità dei raggi rossi cresce e la luce diventa rossastra: questo difetto si può però correggere aggiungendo al cadmio una piccola percentuale di mercurio: si ottiene allora uno spettro continuo.

La quantità di mercurio addizionale necessaria, varia, secondo la forma e la grandezza della lampada dal 3 ÷ 10 %. Per ottenere, per ogni lampada, il colore di luce più favorevole Wolfke e Ritzmann fondandosi sul fatto che la temperatura di vaporizzazione del mercurio è minore di quella del cadmio, diminuiscono, mentre la lampada brucia ancora unita alla pompa a vuoto, la percentuale di mercurio, inizialmente in eccesso, al valore voluto.

Furono fatte misure di consumo su 2 modelli di lampade:

I° con catodo di cadmio mercurio e anodo di grafiti.

II° con catodo di cadmio-mercurio e anodo di cadmio-mercurio.

I risultati sono rappresentati in grafici che danno i consumi specifici in funzione dei consumi totali: si vede che per deboli cariche i consumi sono piuttosto elevati e solo al crescere della carica discendono al di sotto di 1 watt candela: la I° poi si comporta peggio della II° in quanto che richiede una carica di 800 watt. In altri grafici l'autore riproduce le curve precedenti insieme con quelle relative alle lampade a mercurio di Küch e Retschinsky: da essi si vede che la I° si comporta peggio di queste ultime mentre la curva relativa alla II° sta fra quelle relative alle 2 lampade a mercurio e che anzi la II°, per un carico di circa 600 watt scende a un consumo di 0,16 watt candela Hefner a cui le altre non scendono mai.

La lampada a lega cadmio-mercurio esige, come la lampada a mercurio, un certo tempo dopo l'accensione per raggiungere il periodo di regime: durante questo tempo, la tensione, il consumo totale e l'intensità luminosa aumentano, mentre l'intensità della corrente e il consumo specifico diminuiscono. L'accensione, trattandosi di elettrodi solidi alla temperatura ordinaria, presenta gravi dif-

ficoltà: tra i vari metodi adottati con successo dagli autori i 2 che diedero i risultati migliori sono i seguenti:

1° Il tubo di quarzo, contenente il catodo di lega cadmio e mercurio e l'anodo di grafiti, si può inclinare in modo che l'anodo, che è unito al conduttore adducendo la corrente col mezzo di una catenella, può venire a contatto col catodo e iniziare così il passaggio della corrente: quando poi il tubo ritorna alla posizione normale, la catenella si ripiega su sè stessa e si stabilisce l'arco. Quando invece anche l'anodo è di lega cadmio-mercurio si conviene il procedimento.

2° Basato sul fatto che, quando si spegne la lampada, si produce nelle vicinanze degli elettrodi uno spesso deposito metallico conduttore nella parete del tubo. In vicinanza del catodo si trova un anello conduttore unito all'anodo attraverso un filo di alta resistenza: quando si chiude il circuito il deposito su accennato si volatilizza e l'arco scarta tra i 2 poli della lampada. Questo dispositivo presenta il vantaggio di essere estremamente semplice.

G. M.

Impianti.

Pali in calcestruzzo armato per trasmissioni aeree.

ALFRED STILL. — *Electrical World* - N. Y. - 28 settembre 1912.

Mentre i pali in legno vengono utilmente sostituiti da quelli in ferro, a traliccio, nella trasmissione a alta potenziale dove vengono usati grandi campate, quelli in cemento armato possono sostituirli dove occorrono campate e quindi altezze minori: questo, appunto, si sta facendo in larga scala. L'inconveniente primo dei pali in legno sta nella brevità della loro vita: i pali in calcestruzzo, e meglio ancora quelli in calcestruzzo armato con tondini di ferro nelle parti che devono resistere a trazione, hanno invece una vita teoricamente illimitata in grazia alla perfetta conservazione del ferro immerso nel cemento. Un altro inconveniente dei pali in legno sta nella loro forma poco estetica e anche questo può essere ridotto coll'uso dei pali in cemento ai quali si può dare quella forma che più armonizza col luogo dove devono essere usati.

Come i pali in ferro quelli in cemento resistono bene alle scariche atmosferiche: in una linea dove erano usati insieme pali in legno e in cemento si notò, in fatti, che, mentre molti dei primi furono distrutti, quasi mai il fulmine colpì quelli in cemento e quando ciò avvenne i danni furono assai lievi e limitati alla asportazione di un piccolo pezzo di cemento alla sommità e alla base dove la corrente entrava nella terra dopo aver percorsa l'armatura interna di metallo.

Il peso dei pali in calcestruzzo è sempre molto elevato onde, se non vengono costruiti direttamente sul luogo di impiego o a piccola distanza, diventano proibitivi per la grande spesa di trasporto. Alcuni dati interessanti furono dati dal Sig. George Gibbs in una comunicazione fatta alla «American Society of Civil Engineers» su pali usati in Pennsylvania.

Si trattava di pali alti da 35-65 piedi ($10 \div 20$ m.) che dovevano resistere a un carico di 600 libbre applicato a 65 piedi (2721,6 Kg. a 1,9 m.) dalla sommità: la loro sezione era quadrata cogli spigoli smuzzati e con una inclinazione di 1:120: or bene il peso dei pali alti 35 piedi era di 5300 libbre (2404 Kg.) e di quelli alti 65 piedi era di 17300 libbre (7847 Kg.).

Fino a 35 piedi di altezza i pali si fanno in posizione orizzontale, si lasciano in forma per $3 \div 4$ giorni e dopo $2 \div 3$ settimane di stagionatura si mettono in posto come i pali di legno: per altezze maggiori e talora anche per minori, si fanno in posizione verticale costruendo la forma direttamente sulla buca già preparata per la fondazione del palo.

Il calcestruzzo deve essere di ottima qualità; le proporzioni usate sono: 1 parte di cemento, 2 di sabbia, 3 ÷ 4 di putresco di dimensioni tali da passare attraverso a maglie di 3/4 di pollice: oppure una parte di cemento per 5 di ghiaietta contenendo già questa la sabbia.

Il costo dei pali di cemento varia da luogo a luogo e col metodo di preparazione [pali alti 40 piedi (18 m.) costarono da 15 ÷ 20 scellini (19 ÷ 25 lire)]. Il calcolo si fa considerandolo come travi incastrate a un estremo e libere all'altro; nel calcolo si suppone che il cemento resiste solo a compressione e il ferro a trazione.

La rigidità dei pali in cemento di fronte a quelli in legno e a traliccio rappresenta un elemento a favore di questi ultimi: bisogna però notare che anche i pali di cemento prima di rompersi si inflettono notevolmente in esperienze eseguite su pali alti 30 piedi si ebbe una freccia di inflessione di 3 ÷ 4 pollici con un carico doppio del normale: bisogna però ammettere che la sezione di questi pali fosse esuberante perchè in altre esperienze fatte su pali di 10 pollici quadrati di base e alte 32 piedi si ebbe una freccia di 2 piedi con un carico di 2000 libbre applicato presso la sommità e in recenti esperienze fatte in Inghilterra su pali alti 44 piedi e aventi una sezione di 17 pollici quadri alla base e 8 in sommità, con un carico orizzontale applicato a 38,5 piedi dalla base, di 10500 libbre si ebbe una freccia di 66 pollici e una deformazione permanente di 2,1 pollici.

Come esempio di linee di trasmissione con pali in cemento armato possiamo ricordare la « Northern Illinois Light and Traction Company of Maucilles III ». Essa trasmette energia trifase a 30000 ÷ 33000 volt: l'altezza media dei pali usati era di 39 piedi (9,14 m.) e le campate erano di 125 ÷ 132 piedi (38 ÷ 40 m.) la sezione era quadrata di 6 pollici di lato alle sommità e 9 alla base (20 cm.): l'armatura in ferro consisteva di 6 barre lunghe quanto il palo. I detti pali sono in funzione da circa 4 anni ed hanno dato ottimi risultati. Pali in cemento vengono usati anche in città come già si è detto e ricordiamo a questo proposito Oklahoma City dove in questi ultimi 4 anni ne sono stati eretti ben 1000.

L'autore termina riportando lo schizzo di un tipo di pali in calcestruzzo armato alto 35 piedi; della sezione di 7 pollici quadri in sommità e 14 alla base, l'inclinazione essendo tale da far aumentare la sezione di un pollice quadro ad ogni 5 piedi. Il palo porta 2 bracci trasversali di legno atti a sostenere 6 fili per una trasmissione trifase doppia. Lo schizzo è accompagnato da una sezione trasversale fatta a 10 piedi dalla base: da essa si vede che la sezione è quadrata a spigoli smuzzati ed è cava: i lati interni ed esterni in detto punto sono di 16 e 6 pollici (30 e 15 cm.). Il numero dei ferri di armatura varia colla distanza della sommità poichè con essa varia il momento fluttante; essi di tanto in tanto sono collegate trasversalmente. Il peso di questo palo è di 2700 libbre (1227 Kg.); quello del ferro circa $\frac{1}{7}$ del totale.

G. M.

Riscaldamento elettrico.

Gli accumulatori di calore elettrici.

A. RITTERSHAUSEN. — *E. T. Z.* - 22 agosto 1912.

Le ragioni della poca diffusione attuale del riscaldamento elettrico non debbono ricercarsi, come è ben noto, in difficoltà relative alla trasformazione dell'energia elettrica in calore, chè nulla è più facile ad ottenere in modo affatto completo; ma piuttosto nel prezzo ancora relativamente alto dell'energia elettrica, che rende assai costoso il calore ottenuto per questa via. Difatti, poichè da ogni

Kwh, ammessa la trasformazione completa, non possono ottenersi che poco più di 860 calorie, il costo di 4000 calorie (che è quanto calore utile può generalmente fornire, in pratica, un Kg. di buon carbone), supera i 45 centesimi anche se l'energia elettrica è venduta a soli 10 centesimi al Kw-h; mentre 1 Kg. di buon carbone fossile costa circa 10 volte meno. Ma se non si può, almeno per ora, pensare alla possibilità della convenienza economica *generale* della sostituzione dell'energia elettrica al carbone, vi sono molti casi speciali nei quali gli apparecchi che consumano il carbone hanno, per un complesso di ragioni, un rendimento così basso, che l'uso dell'energia elettrica si presenta possibile qualora essa venga utilizzata in apparecchi di rendimento assai alto.

Fra questi casi vi sono quelli che si presentano nella cucina, nel riscaldamento locale delle abitazioni, ecc.

Il Rittershausen, dopo una minuta analisi della questione giunge alla conclusione che per rendere conveniente l'uso dell'energia elettrica per una delle più frequenti ed importanti operazioni di cucina, *il riscaldamento dell'acqua*, occorrerebbe che l'energia costasse non più di 5 o 6 centesimi per Kw-h.; e poichè un simile prezzo di vendita non sarebbe remunerativo (sia pure, col metodo della doppia tariffa, per queste sole operazioni), il Rittershausen propone questa soluzione: *vendere l'energia elettrica al prezzo accennato durante parte della notte, nelle ore nelle quali il carico delle centrali è attualmente insignificante, ed immagazzinare il valore derivante della trasformazione dell'energia entro convenienti accumulatori di calore, in guisa da poterlo utilizzare di giorno, quando torna più opportuno.*

L'A. descrive poi un tipo di accumulatore di calore da lui ideato che non differisce molto, però, da tipi già proposti. Si tratta di un recipiente cilindrico, contenente l'acqua, rivestito da uno strato, dello spessore di circa 20 cm., di un isolante termico, nel quale l'acqua arriva dal basso ed esce, calda, dall'alto, chè nella parte centrale del recipiente si trova l'apparecchio elettrico riscaldante (a resistenza). Un conveniente regolatore, formato da un termometro a contatti immerso nell'acqua e collegato ad un relais, fa variare il consumo di energia a seconda della rapidità con la quale si fa rinnovare l'acqua nel recipiente. Il consumo proprio del relais è minimo: non arriva ad 1 watt.

U. B.

N. 9.**INDICE****dei più importanti articoli pubblicati nei periodici posseduti
dalla Biblioteca Centrale**

(Vedi elenco delle abbreviazioni usate per i periodici a pag. 93 del fascicolo 1.^o)

Applicazioni diverse.

- *Metodi americani per il comando delle macchine d'estrazione.* — H. MARCHAND. (Ind. El., P., 25 ottobre 1912, Vol. 21, N. 500, pag. 464).
- *Applicazione dell'energia idroelettrica per irrigazione nell'Idaho (Stati Uniti).* — E. A. WILCOX. — (El. W., N. Y., 5 ott. 1912, Vol. 60, N. 14, pag. 705).

Argomenti diversi.

- *L'opera di Lord Kelvin nell'elettricità e nel magnetismo.* — H. DU BOIS. — (Inst. E. E., L., settembre 1912, Vol. 49, N. 215, pag. 435).
- *« Duralumin ».* — L. M. COHN. — (El. u. Masch., W., 29 settembre 1912, Vol. XXX, N. 39, pag. 809).
- *Ventilazione ad ozono.* — P. DREYER. — (Elek., W., 25 agosto 1912, Vol. 31, N. 17, pag. 224).
- *La costante d'irradiazione del platino.* — W. COBLENZ. — (Z. Bel. w., B. 30 agosto 1912, Vol. XVIII, N. 24, pag. 277).
- *Ricerche sulle tariffe.* — C. RICHTER. — (El. u. Masch., W., 27 ottobre 1912, Vol. XXX, N. 43, pag. 889).
- *L'elettricità nel nuovo codice penale tedesco.* — W. COERMANN. — (El. Krb. Ba., Mü., 4 ottobre 1912, Vol. X, N. 28, pag. 595).

Elettrochimica ed elettrotermica.

- *La conduttività delle leghe come metodo per la determinazione della loro costituzione (Metodo resistometrico).* — W. GUERTLER. — (Z. El. ch., H., 15 luglio 1912, Vol. 18, N. 14, pag. 601).
- *Elettroanalisi rapida a bassa pressione.* — F. FISCHER e E. STECHER. — (Z. El. ch., H., 15 settembre 1912, Vol. 18, N. 18, pag. 809).

Elettrofisica.

- *Sul fattore di potenza e la conduttività dei dielettrici.* — J. A. FLEMING e G. B. DYKE. — (Inst. E. E., L., settembre 1912, Vol. 49, N. 215, pag. 323).
- *Proprietà dell'arco voltaico.* — V. BOCCARA. — (Riv. tec. d'el., 17 ottobre 1912, N. 1591, pag. 251).

- *Sulla isteresi magnetica.* — U. CISOTTI. — (N. C. settembre 1912, anno LVIII, N. 9, pag. 253).
- *Di un fenomeno fotoelettrico osservato su lamine metalliche immerse nel toluene.* — A. NACCARI. — (N. C., settembre 1912, anno LVIII, N. 9, pag. 233).
- *Sulle cause della sensibilità alla luce dei preparati a Selenio.* — A. POCHETTINO. — (N. C., settembre 1912, Vol. LVIII, N. 9, pag. 189).
- *Le forze meccaniche fra cariche elettriche in moto.* — R. F. SHARPE. — (Ph. Rev., N. Y., settembre 1912, Vol. XXXV, N. 3, pag. 231).
- *Forza elettromotrice spontanea nelle celle dei metalli alcalini.* — JAY. W. WOODROW. — (Ph. Rev., N. Y., settembre 1912, Vol. XXXV, N. 3, pag. 203).
- *I raggi β riflessi da sottili lastre metalliche.* — W. B. HUFF. — (Ph. Rev., N. Y., settembre 1912, Vol. XXXV, N. 3, pag. 194).
- *Effetto della temperatura sulle perdite per isteresi nell'acciaio.* — MALCOLM MAC LAREN. — (Am. Inst. E. E., ottobre 1912, Vol. XXXI, N. 10, pag. 1895).
- *Proprietà dei raggi catodici Wehnelt.* — C. T. KNIPP. — (Am. Inst. E. E., ottobre 1912, Vol. XXXI, N. 10, pag. 1883).

Generatori elettrici.

- *Generatori per impianti idroelettrici tipo Siemens-Schuckert.* — BUCHTA. — (El. Krb. Ba., Mü., 24 ottobre 1912, Vol. X, N. 30, pag. 627).

Illuminazione.

- *Il funzionamento più economico delle lampade ad incandescenza.* — F. LOEFF. — (Ind. El., P., 25 ottobre 1912, Vol. 21, N. 500, pag. 461).
- *L'illuminazione dell'esposizione elettrica di Boston.* — L. BELL. — (El. W., N. Y., 5 ottobre 1912, Vol. 60, N. 14, pag. 694).
- *Sulla valutazione dell'illuminazione.* — B. MONASCH. — (Elek., W., 10 ottobre 1912, Vol. 31, N. 19, pag. 249).
- *Le lampade ad incandescenza e ad arco a corrente continua in serie.* — J. KLEINHANDLER e W. SCHAEFFER. — (Z. Bel. w., B., 20 settembre 1912, Vol. XVIII, N. 26, pag. 301).
- *L'influenza della temperatura e della composizione dei filamenti delle lampade ad incandescenza sul rendimento della lampada.* — M. v. PIRANI e A. R. MEYER. — (Z. Bel. w., B., 10 settembre 1912, Vol. XVIII, N. 25, pag. 290).
- *Sul calcolo grafico di un integrale usato in fotometria.* — L. WEBER. — (Z. Bel. w., B., 10 settembre 1912, Vol. XVIII, N. 25, pag. 289).
- *Riflettori e armature per l'illuminazione di locali interni con lampade a filamento metallico.* — L. BLOCH. — (El. u. Masch., W., 13 ottobre 1912, Vol. XXX, N. 41, pag. 851).

Impianti.

- *La nuova centrale elettrica di Chicago.* — H. H. MORRIS. — (El. W., N. Y., 5 ottobre 1912, Vol. 60, N. 14, pag. 701).
- *Le comunicazioni negli impianti elettrici e i danni causati dalle prese a terra.* — A. PEREGO. — (Riv. tec. d'el., 10 ottobre 1912, N. 1590 pag. 233).
- *Interruttori automatici.* — A. GRONDA. — (Riv. tec. d'el., 10 ottobre 1912, N. 1590, pag. 228).
- *Su alcune proprietà delle reti di distribuzione.* — H. FROHMANN. — (El. u. Masch., W., 29 settembre 1912, Vol. XXX, N. 39, pag. 805).
- *La resistenza dei contatti.* — L. BINDER. — (El. u. Masch., W., 22 settembre 1912, Vol. XXX, N. 38, pag. 781).

- *L'importanza pratica delle variazioni di resistenza.* — G. HEBER. — (Elek., W., 10 settembre 1912, Vol. 31, N. 17, pag. 221).
- *Sul calcolo degli elettromagneti a corrente continua.* — F. KRAUS. — (El. u. Masch., W., 20 ottobre 1912, Vol. XXX, N. 42, pag. 869).
- *Il cemento armato per le linee di trasmissione.* — A. STILL. — (El. W., N. Y., 28 settembre 1912, Vol. 60, N. 13, pag. 658).

Materiali.

- *Sulla variazione delle proprietà dei metalli per causa della lavorazione.* — G. TAMMANN. — (Z. El., ch; H., 15 luglio 1912, Vol. 18, N. 14, pag. 584).
- *Un materiale speciale per resistenza elettrica.* — R. WALTER. — (Elek., W., 25 agosto 1912, Vol. 31, N. 16, pag. 210).

Motori elettrici.

- *Progetto di un motore ad induzione.* — J. K. CATTERSON - SMITH. — (Inst. E. E., L., settembre 1912, Vol. 49, N. 215, pag. 635).
- *Sulla frenatura dei motori polifasici a collettore in serie.* F. NIETHAMMER e E. SIEGEL. — (El. u. Masch., W., 29 settembre 1912, Vol. XXX, N. 39, pag. 801).
- *Il motore ad induzione monofasico.* — R. MOSER. (El. u. Masch., W., 13 ottobre 1912, Vol. XXX, N. 41, pag. 845).

Telegrafia, telefonia e segnalazione.

- *Prove di telefonia multipla.* — E. RUHMER. — (Elek., W., 25 luglio 1912, Vol. 31, N. 14, pag. 179).

Trasformatori e convertitori.

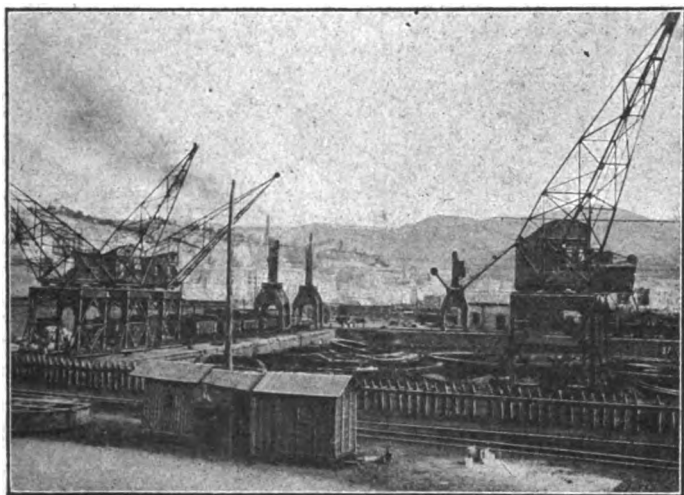
- *L'uso della reattanza nei trasformatori.* — W. S. MOODY. — (Am. Inst. E. E., ottobre 1912, Vol. XXXI, N. 10, pag. 1873).
- *Trasformatore industriale di corrente continua.* — J. H. JACOBSEN. — (Lum. El., 5 ottobre 1912, Vol. XX, N. 40, pag. 7).
- *Le commutatrici a rapporto di trasformazione variabile.* — A. R. GARNIER. -- (Ind. El., P., 10 ottobre 1912, Vol. 21, N. 499, pag. 437).

Trazione.

- *L'increspamento delle rotaie.* — A. SCHWARTZ e R. G. CUNLIFFE. — (Inst. E. E., L., settembre 1912, Vol. 49, N. 215, pag. 559).
- *Locomotive elettriche per miniere.* — W. OHL. — (Elek., W., 10 agosto 1912, Volume 31, N. 15, pag. 193).
- *Le tramvie elettriche suburbane Bonn-Siegburg e Bonn-Königswinter.* — BRUGSCH. — (El. Krb. Ba., Mü., 4 ottobre 1912, Vol. X, N. 28, pag. 581).

SOCIETA' NAZIONALE OFFICINE DI SAVIGLIANO

Direzione, Via Genova 23, Torino - Officine in Savigliano e Torino



COSTRUZIONI

METALLICHE

MECCANICHE

ELETTRICHE

ED

ELETTRO-MECCANICHE

MATERIALE

FISSO E MOBILE

PER FERROVIE

E TRAMVIE

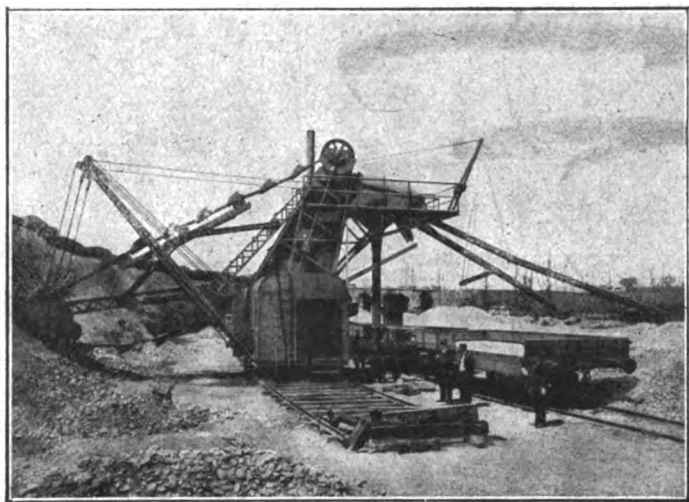
A VAPORE

ED ELETTRICHE

CABESTANS

SCAVATORI

DRAGHE, ECC.



Rappresentanze:

VENEZIA : Castello, Calle dietro la Chiesa di S. Giovanni Novo, 4439.

ROMA . . : Ing. **Giulio Castelnuovo** — Via Sommacampagna, 15.

GENOVA : Sigg. **A. M. Pattono e C.** — Via Caffaro, 17.

MILANO : Ing. **Lanza & C.** — Via Senato, 28.

ING. S. BELOTTI & C.

☐
Telef. 73-03

.. **MILANO** ..

☐
Teleg. Ingbelotti

☐

CORSO P. ROMANA 76-78

☐

FORNITURE

per la Costruzione e l'Esercizio

DI

TRAMVIE e FERROVIE

ELETTRICHE

Armamento sedi: Connessioni di rame; scambi, cuori, incroci in acciaio al manganese; utensili per la posa.

Armamento linee aeree: Isolatori, parafulmini, apparecchi di segnalazione, accessori.

Equipaggiamento vetture: Controller, automatici, resistenze, valvole, freni, ingranaggi: parti di ricambio relative.

Equipaggiamento rimesse: Tréteaux, martinetti, stufe per indott macchine per ribobinare armature e matassine, per rettificare collettori, ecc.

Fornitori delle Ferrovie dello Stato

e delle principali Tramvie e Ferrovie Elettriche d'Italia

Pubblicazione mensile.Conto Corrente con la Posta.**ATTI**

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA**UFFICIO CENTRALE**Telefono. 20-86Telegrammi ASSELITAMILANO, Via S. Paolo, 10**Eretta in Ente Morale il 3 Febbraio 1910.**

Premiata con: Diploma di benemerita all'Esposizione di Como nel 1885 — Gran Premio all'Esposizione di Saint Louis nel 1904 — Gran Premio all'Esposizione di Brescia nel 1910.

INDICE.

N. 1. Résumé des Conférences et des Communications contenues dans la présente livraison.	Pag. 997
» 2. I moderni motori monofasi a collettore per le applicazioni industriali — Ing. CARLO PALESTRINO <i>della Sezione di Torino</i>	» 999
» 3. Necrologio — Cav. Vittorio Cappellini - del Prof. S. A. RUMI	» 1046
« 4. Verballi delle Sezioni.	» 1047
» 5. Recensioni	» 1050
<i>Illuminazione:</i> WEDDING - Una nuova lampada ad arco trifasica. SCHAEFFER - L'impiego delle lampade di grande intensità luminosa e in particolare delle lampade trifasi. LANCELOT W. WILD - Comportamento del filamento delle lampade al tungsteno con la corrente alternata.	
<i>Impianti:</i> MOREAU - Calcoli di resistenza meccanica delle linee elettriche.	
» 6. Indice dei più importanti articoli pubblicati nei periodici	» 1059
<i>Pubblicità Industriale</i>	<i>da I a XII e da XIII a XX</i>

Le riviste che desiderano riprodurre qualcuno degli articoli qui stampati sono pregate di indicare che sono presi dagli Atti della A. E. I.

PROPRIETÀ LETTERARIA**MILANO**Stabilimenti Grafici STUCCHI, CERETTI & C.
16, Via S. Damiano — Via Vittadini, 5

1912

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

UFFICIO CENTRALE

MILANO - 10 - Via S. Paolo - 10 = MILANO

CONSIGLIO GENERALE

PRESIDENZA 1912-1914

Presidente LORI Prof. Ing. FERDINANDO - Padova;
Vice-Presidente BATTELLI ON. Prof. ANGELO, Roma - LOMBARDI Prof. Ing. LUIGI, Napoli -
SEMENZA Ing. GUIDO, Milano;
Segretario Generale PARVOPASSU Ing. Prof. CARLO, Padova;
Vice-Segretario Generale BIANCHI Ing. ANGELO, Milano;
Cassiere BARBAGELATA Prof. Ing. ANGELO, Milano.

Consiglieri rappresentanti le Sezioni per il 1912.

BOLOGNA - Amaduzzi Prof. Lavoro, *Presidente* - Raffi Ing. Pasquale;
CATANIA - Fusco Ing. Francesco, *Presidente* - Carnazza ON. Gabriello - Tricomi Ing. Bonaventura;
GENOVA - Rumi Prof. Ing. Cav. Uff. A. Sereno, *Presidente* - Königshelm Ing. Sigmundo - Pugliese Ing. Augusto
LIVORNO - Vivarelli Prof. Aristide, *Presidente* - Lodolo Ing. Cav. Alberto;
MILANO - Panzarasa Ing. Alessandro, *Presidente* - Bertini Ing. Angelo - Civita Ing. Domenico - Conti Ing. Comm. Ettore - Danioni Ing. Filippo - Fenzi Ing. Enzo - Gadda Ing. Giuseppe - Jona Ing. Emanuele - Motta Ing. Giacinto - Stucchi Prinetti Ing. Luigi - Vannotti Ing. Ernesto;
NAPOLI - Lombardi Prof. Luigi, *Presidente* - Bonghi Cav. Ing. Mario - Curti Ing. Cav. Camillo Albino - Granafel Ing. Aslan - Vallauri Ing. Giancarlo.
PADOVA - Amati Ing. Giuseppe, *Presidente* - Milani Ing. Cav. Paolo;
PALERMO - Dina Prof. Ing. Alberto, *Presidente* - Buttafarri Ing. Gaetano;
ROMA - Del Buono Ing. Ulisse, *Presidente* - Ascoli Cav. Prof. Moisè - Majorana Prof. Comm. Quirino - Mengarini Comm. Prof. Guglielmo - Piola Prof. Francesco;
TORINO - Tedeschi Comm. Inz. Vittorio, *Presidente* - Grassi Comm. Prof. Guido - Jervis Ing. Tommaso - Ferraris Ing. Prof. Lorenzo - Guagno Ing. Enrico.

CONSIGLI DELLE SEZIONI.

BOLOGNA, Via Pietrafitta, 11 - *Presidente*: Amaduzzi Prof. Lavoro; *Vice-Pres.*: Donati Ing. Alfredo; *Segretario*: Palugi Ing. Torquato; *Cassiere*: Gasparini Ing. Clelio; *Consiglieri*: Calzoni Ing. Adolfo, Cesari Ing. Ettore, Mantegazzini Ing. Giovanni, Novi Cav. Ing. Michelangelo.

CATANIA, Via Euplio, 56 - *Pres.*: Fusco Ing. Cav. Francesco; *Vice-Pres.*: Boggiolera Prof. Enrico; *Segretario*: Battaglia Ing. Mario; *Cassiere*: Canzonieri Ing. Domenico; *Consiglieri*: Colaciuri Ing. Prof. Vincenzo, Fichera Ing. G. B., D'Amico Ing. Prof. Giuseppe, Tonkowitz Ing. Francesco

GENOVA, Via Interiano, 3-6 - *Pres.*: Rumi Prof. Ing. A. Sereno; *Vice-Pres.*: Ronco Prof. Ing. Nino; *Segretario*: Anfossi Ing. Giovanni; *Cassiere*: Cappellini Cav. Vittorio; *Consiglieri*: Garibaldi Ing. Prof. Cesare, Galliano Ing. Salvatore, Dossmann Ing. Gustavo, Piaggio Ing. Carlo.

LIVORNO, Via Scali del Pesce, 2 - *Presidente*: Vivarelli Prof. Aristide; *Vice-Pres.*: Rosselli Ing. Cav. Angelo; *Segretario*: Dalmedico Ing. Gustavo; *Cassiere*: Catani Ing. Gualberto; *Consiglieri*: Vespignani Cav. Giuseppe, Vivarelli Ing. Virginio.

MILANO, Via S. Paolo, 10 - *Pres.*: Panzarasa Ing. Alessandro; *Vice-Pres.*: Marizzi Ing. Giacomo; *Segretario*: Campos Ing. Gino; *Cassiere*: Bianchi Ing. Angelo; *Consiglieri*: Arcioni Ing. Vittorio, Brioschi Ing. Franco, Belluzzo Ing. Prof. Giuseppe - Carcano Ing. E. Francesco - Piazzoli Ing. Emilio.

NAPOLI, Via Chiaia, 216 - *Presidente*: Lombardi Prof. Luigi; *Vice-Pres.*: Pizzuti Ing. Michele; *Segr.*: Massari Ing. Marino; *Cassiere*: Saggese Ing. Achille; *Consiglieri*: Boubée Prof. Comm. F. G. Paolo, Ferrari Ing. Carlo, Indaco Prof. Vincenzo, Liguori Ing. Pirro, Ragno Prof. Saverio, Ruffolo Ing. Francesco.

PADOVA, Via Dante, 38 - *Presidente*: Amati Ing. Giuseppe; *Vice-Pres.*: Lori Prof. Ing. Ferdinando; *Segret.*: Levi Da Zara Dott. Mario; *Cassiere*: Turazza Prof. Giacinto; *Consiglieri*: Corinaldi Ing. Amedeo, Carazzolo Ing. Giuseppe.

PALERMO, Via Maqueda, 175 - *Presidente*: Dina Ing. Prof. Alberto; *Vice-Pres.*: Pagliani Prof. Cav. Stefano; *Segretario*: Santangelo Ing. G. Battista; *Cassiere*: Mastriacchi Prof. Felice; *Consiglieri*: Arena Prof. Ing. Oreste, Ovaiza Prof. Ing. Elia

ROMA, Via delle Muratte, 70, (Palazzo dei Sabini) - *Presidente*: Del Buono Ing. Ulisse; *Vice-Pres.*: Revessi Ing. Prof. Giuseppe; *Segretario*: Carletti Ing. Aurio; *Cassiere*: Lattes Comm. Ing. Oreste; *Consiglieri*: Biagini Ing. Augusto, Bordoni Ing. Prof. Ugo, Corbino Prof. O. Mario, Di Pirro Comm. Prof. Giovanni, Fano Ing. Guido, Faranda Cav. Ing. Alberto.

TORINO, Galleria Nazionale - *Pres.*: Tedeschi Comm. Ing. Vittorio; *Vice-Presidente*: N. N.; *Segretario*: Ing. Palestino Carlo; *Cassiere*: Luino Andrea; *Consiglieri*: Bisazza Ing. Cav. Giuseppe, Forster Ing. Paolo, Megardi Ing. Giuseppe, Rossi Prof. Andrea, Trasciatti Ing. Cav. Angelo, Valabrega Ing. Raffaele.

Presidenti antecedenti:

Prof. Comm. Galileo Ferraris (dal 27 Dicembre 1898 al 7 Febbraio 1897)
- Prof. Comm. Giuseppe Colombo (1897-1899) - Prof. Comm. Guido Grassi (1900-1902).
Prof. Comm. Moisè Ascoli (1903-1905) -
Ing. Cav. Emanuele Jona (1906-1908) - Ing. Prof. Luigi Lombardi (1909-1911).

MEMBRI DEL COMITATO DI REVISIONE DELLE NORME.

Prof. Ing. Lori Ferdinando, *Presidente* - Ing. Fano Guido - Ing. Prof. Ferraris Lorenzo - Ing. Giacinto Motta - Ing. Pontiggia Luigi - Ing. Salvadori Riccardo - Ing. Bonghi Mario (Napoli) - Ing. Carazzolo Giuseppe (Padova) - Ing. Dal Medico Gustavo (Livorno) - Ing. Del Buono Ulisse (Roma) - Prof. Dina Alberto (Palermo) - Ing. Jona Emanuele (Milano) - Ing. Königshelm Sigmund (Genova) - Prof. Majorana Quirino (Roma) - Ing. Mariani Salvatore (Bologna) - Ing. Morelli Ettore (Cons. Gen.) - Ing. Raffi Pasquale (Bologna) - Ing. Semenza Guido (Cons. Gen.) - Ing. Soleri Elvio (Torino) - Ing. Trossarelli Ottavio (Torino) - Sig. Uili Giuseppe (Napoli) - Ing. Vannotti Ernesto (Milano) - Ing. Vismara Emirico (Catania).

ATTI

DELL'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

Ufficio Centrale: MILANO

N. 1.

RÉSUMÉ DES CONFÉRENCES ET DES COMMUNICATIONS CONTENUES DANS LA PRÉSENTE LIVRAISON

C. PALESTRINO. — Les modernes moteurs monophasés à collecteur pour les applications industrielles.

L'étude présente n'est qu'une simple revue des progrès obtenus dans ces dernières années dans la construction des moteurs monophasés pour les applications dans lesquelles le moteur asynchrone ordinaire ne peut pas servir.

Grâce à des artifices assez simples on a réalisé des moteurs monophasés avec des caractéristiques analogues à celles des moteurs à courant continu en série, compound et en dérivation, et en outre on a ouvert une nouvelle voie pour les applications dans lesquelles il faut non seulement un torque puissant au démarrage mais aussi une vitesse réglable.

On comprend facilement qu'il ne s'agit pas ici de l'application du courant monophasé à la traction électrique, champ qui aujourd'hui est largement développé et qui a atteint une application pratique considérable.

Sono in vendita presso l'Ufficio Centrale dell'A. E. I.:

Le **Norme per l'esecuzione e l'esercizio degli Impianti Elettrici**
legato in tela-oro, edizione tascabile L. 1.—

Gli **Atti del Congresso Internazionale delle Applicazioni elettriche
di Torino 1911.** — 3 vol., 3000 pag. circa. — In essi come è noto sono
esaminate moltissime delle principali questioni attuali dell'elettrotecnica.

Pei soci » 15.—

Pei non soci » 20.—

La **Descrizione di una macchinetta elettromagnetica** di *A. Pacinotti*
in 5 lingue italiana, francese, inglese, latina, tedesca, (edizione di lusso) » 5.—

N. 2.

I MODERNI MOTORI MONOFASI

A COLLETTORE PER LE APPLICAZIONI INDUSTRIALI

*Lettura fatta dal Socio Ing. CARLO PALESTRINO alla Sezione di Torino
il 18 marzo 1912*

§ 1. — I motori asincroni monofasi presentano il grave inconveniente di non poter avviarsi che con una coppia resistente molto ridotta, e di non potere sopportare sovraccarichi.

Ne risulta che l'impiego dei motori monofasi è molto limitato, e non riesce possibile che in quelle applicazioni nelle quali l'avviamento può farsi a vuoto o con carico assai ridotto, e dove i sovraccarichi, anche se passeggeri, non si verificano che con valori entro certi limiti compresi.

D'altra parte un buon numero d'impianti elettrici, specialmente quelli in cui la distribuzione di luce rappresenta la parte principale dell'azienda, sono a corrente monofase alternata. Ed in realtà questo sistema, pur partecipando di tutti i vantaggi della corrente alternata, di cui la generazione, il trasporto a distanza, la distribuzione, la trasformazione presentano qualità tanto comode ed economiche, presenta pure la massima semplicità per la ripartizione dell'energia e anche la massima facilità di regolazione.

Però, se su linee sia a bassa che ad alta tensione di questi impianti si attaccano dei motori per uso di forza motrice, durante gli avviamenti, specie se motori di grande potenza, oppure anche piccoli motori su linee non molto abbondanti in sezione, si producono delle considerevoli oscillazioni di tensione dovute al forte richiamo di energia durante l'avviamento, oscillazioni che sono maggiormente sentite per il fatto che l'energia richiesta nell'avviamento raggiunge il 200 % dell'energia di pieno carico nei piccoli motori ed il 100 % nei grandi motori, ma nell'un caso e nell'altro sempre con un $\cos \varphi$ molto basso che fa elevare il numero di ampère richiesti.

I motori monofasi ordinari, è noto, vengono portati al sincronismo mediante un circuito induttore speciale formato di due avvolgimenti distinti, uno di lavoro e uno di avviamento.

Nel primo viene immessa la corrente di linea, nel secondo una corrente derivata dalla prima, ma artificialmente sfasata in avanzo o in ritardo.

Gli artifizi delle varie case costruttrici escogitati per ottenere questo sfasamento della corrente derivata e il conseguente avviamento del motore, sono

poco diversi gli uni dagli altri, e si fondano sul principio di intercalare nella fase ausiliaria una bobina d'induzione, oppure un condensatore o una capacità elettrolitica in modo da ottenere con questo apparecchio uno sfasamento della corrente nella fase ausiliaria, e quindi un campo rotante bifase che, seppure non uniforme, è atto a portar il rotore ad una velocità prossima al sincronismo. La fase ausiliaria viene successivamente esclusa ed il motore seguita a funzionare come asincrono monofase per il noto principio della rotazione dei due campi rotanti in sensi opposti di cui, l'uno si annulla ad una velocità prossima al sincronismo per le reazioni dell'indotto, e l'altro rimane a produrre gli stessi effetti come in un motore asincrono polifase.

È d'uopo però ricordare che in questi ultimi anni diverse Case costruttrici si sono sforzate di perfezionare il motore monofase asincrono per l'avviamento, specialmente quelle Case le quali trovandosi in località ove si ha corrente monofase hanno buona parte della loro produzione impegnata nello sviluppo di tali reti.

Così in Frankfurt ove la distribuzione dell'energia è tutta monofase, la Lahmeyer è stata una delle Case che maggiormente ha fatto studi e prove su vari tipi di questi motori. In Köln la casa E. H. Gost si è specializzata per i monofasi asincroni. La « Titan » E. A. G. di Bergherof, la « Sachsenwerk » di Niedersedlitz (Dresden), queste case che hanno serie correnti di monofasi fino a 350 HP e per dirette tensioni fino a 5000 volt, hanno ottenuto motori capaci di avviarsi sotto carico del 75 % del normale con intensità non superiori al normale, e marcie a carico con fattori di potenza fino a 0.87 e elevati rendimenti.

La Siemens Schuckert, gli Ateliers de Jeumont e la Società de Construction de Charleroi costruiscono pure grossi motori monofasi asincroni e a collettore. Le due ultime particolarmente costruiscono il tipo Heyland che ha un avviamento molto facile anche a carico, senza artifici speciali, basato unicamente sullo spostamento di fase che si ottiene in un avvolgimento derivato a 90° in cui le fughe magnetiche son molto grandi rispetto a quelle degli avvolgimenti principali.

Precisamente la fase principale o di lavoro ha un avvolgimento ripartito ordinario con fori molto aperti e presenta bassa reattanza. Il 2° avvolgimento o fase ausiliaria non ha che un foro per polo, e foro completamente chiuso: ne risulta che l'avvolgimento presenta una reattanza molto forte. Le correnti che circolano in questi due avvolgimenti in parallelo risultano molto sfasate (80° circa) e generano un campo rotante.

Ma non sempre nelle molteplici applicazioni dei motori elettrici nei tanto svariati servizi ai quali si possono adattare, si può avere questa condizione particolare di carico limitato all'avviamento, mentre per contro i progressi delle applicazioni richiedono appunto motori che siano capaci di avviarsi con carico molto resistente all'avviamento.

Ed inoltre da lungo tempo era sentito il bisogno non solo di motori monofasi da avviarsi sotto carico, e colla massima coppia, ma motori con velocità variabile entro estesi limiti: i motori asincroni non sono suscettibili di

pratica regolazione della velocità, e i mezzi escogitati portano sempre a complicazioni e notevoli abbassamenti del rendimento e del $\cos \varphi$.

Più specialmente la trazione elettrica nel suo straordinario sviluppo con applicazioni sempre più ardite a terreni accidentati e con treni sempre più pesanti e veloci, e colle difficoltà create dall'adozione della corrente continua a grandi intensità di corrente e dalla complicazione di più fili nelle trifasi, rendeva sempre più desiderabile l'adozione di un motore monofase capace di una coppia d'avviamento energica e con velocità facilmente ed economicamente regolabile.

Questi studi portarono la tecnica delle costruzioni elettrotecniche in breve volger d'anni a progressi insperati: e questi progressi furono concentrati, si può dire, nella commutazione, che formava per questi motori il punto essenziale della risoluzione del problema.

I perfezionamenti che nel frattempo subivano le macchine a corrente continua e lo sviluppo delle loro applicazioni là dove si richiede una coppia energica d'avviamento e una variabile velocità, avevano dimostrato che le apprensioni per il collettore erano esagerate: in questi ultimi anni inoltre l'estensione del collettore a varie macchine come convertitori, trasformatori polimorfici, commutatrici, variatori di frequenza, raddrizzatori, permutatrici, alternatori autoeccitatori ecc., ha fatto migliorare enormemente la costruzione di questa parte così delicata.

I perfezionamenti sono stati incessanti, e rimarchevoli i risultati. I poli-fase a collettore, ultimi nati, si preparano a conquistare un nuovo campo nelle industrie metallurgiche, nelle miniere, nelle cartiere per la facile regolazione della velocità nel comando diretto.

Oltre alla trazione elettrica, la velocità facilmente variabile è indispensabile per le gru, per certe macchine di filatura, pompe, macchine utensili, ventilatori, ponti trasbordatori, gru a ponte, piattaforme girevoli, ecc.

Gli studi più vasti furono fatti per la trazione elettrica, ma naturalmente i progressi che si realizzarono per i motori da trazione si resero facilmente adattabili ai tipi normali di motori per installazioni fisse, per gli apparecchi di sollevamento principalmente e per tutte quelle applicazioni nelle quali è richiesta una coppia d'avviamento forte unitamente ad una velocità facilmente variabile.

Le varie case costruttrici che hanno fatto studii e prove su questi motori monofasi si sono attenute a svariati tipi che hanno continuamente modificati, partendo però dai due tipi classici di motore a collettore e cioè il motore in serie ed il motore a repulsione.

Da questi due tipi principali sono derivati i motori compensati ed i motori combinati.

I motori in serie, com'è noto, sono uguali alle corrispondenti macchine a corrente continua, e così pure i motori in derivazione. Solo ne differiscono per particolari costruttivi; principale fra gli altri quello di avere lo statore con ferro lamellato per evitare le correnti di Foucault, e artifici per agevolare la commutazione. Particolarità che poi sono generali per tutti i motori a collettore a corrente alternata.

I motori a repulsione hanno le spazzole in corto circuito sul collettore, ed hanno la preziosa qualità di aver quindi il rotore indipendente elettricamente dallo statore.

I motori a repulsione, grazie a particolari artifici, possono essere costruiti in modo da comportarsi sotto carico come motori in serie o come motori in derivazione o come motori compound, riuscendo così ad avere le identiche caratteristiche dei corrispondenti motori a corrente continua.

I motori compensati, che possono essere tanto in serie compensato — oppure in derivazione compensato, hanno la caratteristica di avere quattro spazzole per ogni coppia di poli, due sempre in corto circuito e due collegate collo statore, o in serie o in derivazione.

In ultimo i motori combinati hanno avvolgimento nel rotor come macchine a corrente continua, ma il collettore serve solo per l'avviamento e per portar il rotore a una velocità prossima al sincronismo: raggiunta la qual velocità le spazzole cessano di funzionare e il motore lavora come asincrono ordinario e quindi con velocità costante al variare del carico.

Nella fig. 1 si vedono sovrapposte le diverse curve della coppia dei diversi tipi di motori col variare del numero dei giri, supponendo una velocità di 840 giri di sincronismo.

Dall'esame di queste curve si può fare un paragone sulle particolari con-

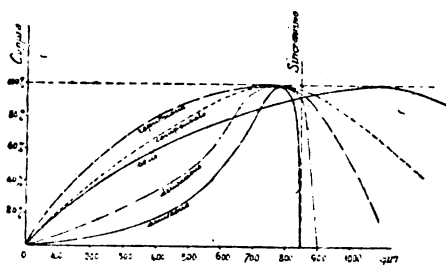


Fig. 1.

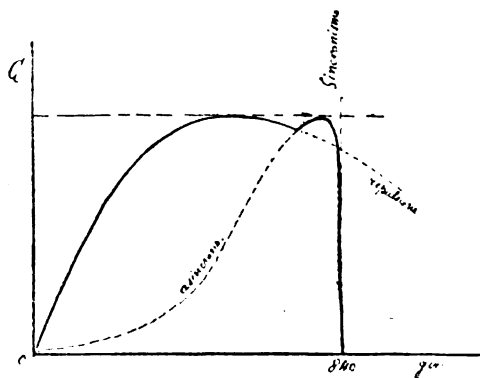


Fig. 2.

dizioni di funzionamento di ciascun tipo e dedurne le proprietà caratteristiche. Per il motore combinato avremo naturalmente una curva che sarà la risultante delle curve relative all'avviamento in serie o repulsione e poscia asincrono (figura 2).

GENERALITA'

§. 2. — Per tutti questi diversi tipi di motori v'ha di comune lo studio della commutazione e delle f. e. m. statiche e dinamiche che si producono nel rotore per effetto dell'azione del campo alternativo e dei campi rotanti che si compongono fra di loro per dar luogo alla coppia motrice.

L'azione di un campo alternativo sul rotore si è quella di generarvi due f. e. m., una per effetto del movimento del rotore indotta dinamicamente, ed una indotta staticamente come in un secondario di trasformatore. La prima che diremo E_r sarà proporzionale alla velocità angolare ω , al flusso Φ ed al numero di fili indotti, e inoltre la sua grandezza dipenderà anche dalla posizione delle spazzole; precisamente sarà massima quando le spazzole sono nella linea neutra e sarà nulla quando le spazzole sono nella linea dei poli.

La seconda che diremo E_s sarà proporzionale alla pulsazione $\Omega = 2\pi nt$, al flusso Φ e al numero di fili indotti. Per contro la E_s sarà massima quando le spazzole sono nella direzione dell'asse dei poli e nulla quando le spazzole sono sulla linea neutra.

Queste due f. e. m. E_r ed E_s sono le componenti della f. e. m. che si sviluppa nel rotore: La E_r è la componente dinamica in fase con Φ e quindi con I e la E_s è la componente statica in quadratura con E_r .

Se consideriamo ancora l'azione del campo girante sul rotore in movimento, troveremo che si genera una terza f. e. m. che dipenderà ancora dalla grandezza del flusso e dal numero dei fili indotti, ma sarà proporzionale alla velocità relativa fra campo rotante e rotore. Quando il rotore gira al sincronismo questa f. e. m. si annulla.

Per la commutazione, in ogni spira chiusa in corto circuito dalla spazzola si generano tre f. e. m. la cui somma Σ_e si cerca di annullarla con vari artifizi per migliorare il funzionamento del collettore. Avremo dunque queste tre f. e. m.

$$\begin{aligned} e_s & \text{ indotta staticamente come secondario di trasformatore.} \\ e_r & \text{ " dinamicamente per rotazione.} \\ e_R & \text{ " per induttanza come in una macchina a corrente} \\ & \text{ continua } \left(L \frac{di}{dt} \right). \end{aligned}$$

Queste tre f. e. m. non sono in fase fra di loro e precisamente mentre e_r è in fase colla corrente, la e_R è in fase opposta: ne viene che queste due f. e. m. ad una data velocità si annullano automaticamente. Invece la e_s è in quadratura con e_r ed indipendente dalla velocità di rotazione e non può quindi essere annullata che mediante artifizi. Gli artifizi generalmente usati sono:

- 1.° Bassa frequenza e numero di poli elevato.
- 2.° Collettore molto suddiviso per avere una bassa tensione fra lama e lama.
- 3.° Avvolgimenti speciali su poli ausiliari.
- 4.° Resistenze fra lame del collettore e avvolgimenti.

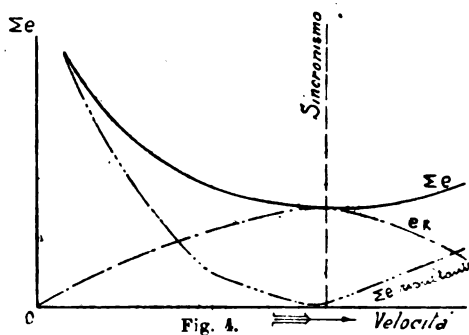
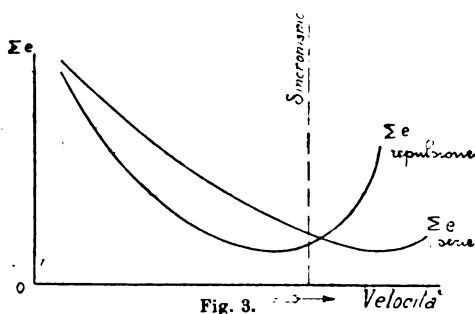
Riguardo alla commutazione dobbiamo notare subito una grande differenza fra i motori in serie e quelli a repulsione. Il massimo di Σ_e è per entrambi all'avviamento e diminuisce coll'aumentare della velocità, ma mentre nei motori a repulsione il minimo di Σ_e è press'a poco al sincronismo, nel

motore in serie invece è al di là del sincronismo e precisamente per una velocità 1,5 volte il sincronismo. (Fig. 3).

La differenza sta essenzialmente nel fatto che nel motore in serie si ha un vero campo alternativo, mentre nel motore a repulsione si ha un campo ellittico girante che al sincronismo si trasforma in un vero e proprio campo girante.

Oltre a queste f. e. m. in qualunque indotto a collettore sotto corrente alternata si forma come in un indotto a corrente continua un campo trasversale che sposta l'asse neutro di commutazione: questo campo si cerca di annullarlo con avvolgimenti di compensazione a 90° elettrici dal campo principale. Questi avvolgimenti di compensazione servono quindi anche ad annullare la e_s .

Abbiamo visto che la e_r e la e_R ad una data velocità si annullano a vicenda quindi se è Σe la curva dei valori delle tre f. e. m., nei motori con



poli di compensazione si cerca di produrre una f. e. m. e_k proporzionale alla corrente ma contraria a Σe ; in questo modo la Σe non sarà annullata a tutte le velocità, ma solo ad una velocità ben definita per la quale però si può portare la Σe risultante a valori zero o molto prossimi a zero. (Fig. 4).

La coppia infine può essere espressa con una formula generale

$$C = \frac{E \cdot I}{9.81 \frac{\pi n}{30}}$$

essendo n la velocità in giri per minuto.

Ora alle E possiamo sostituire le sue due componenti E_r ed E_s ; ma ricordiamo subito che E_r è in fase con Φ e quindi con I e sarà la componente che produce effettivamente coppia, mentre E_s , che è in quadratura, non darà coppia.

Inoltre essendo E_r proporzionale a Φ potremo scrivere

$$C = K \Phi I$$

ritrovando cioè la medesima formula delle macchine a corrente continua.

MOTORI IN SERIE.

§. 3. — Nel motore in serie semplice (fig. 5) la corrente che attraversa lo statore I è uguale alla corrente che attraversa il rotore. Il flusso Φ sarà quindi $\propto I$.

La corrente I a sua volta produce nel rotore un flusso Φ' in quadratura

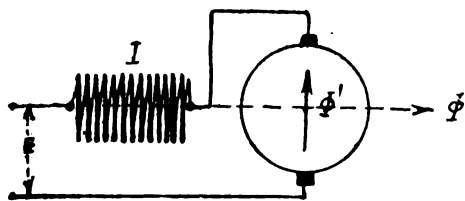


Fig. 5.

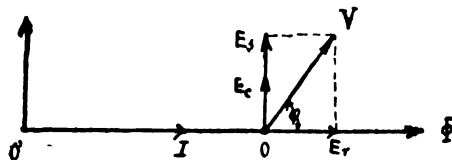


Fig. 6.

con Φ . Questo flusso trasversale si cerca di eliminarlo perchè oltre alla distorsione del campo è di grande ostacolo per la commutazione; questo è il concetto della compensazione.

Il flusso Φ sviluppa nel rotore (fig. 6) una f. e. m. E_r di rotazione in fase con I che è quella che produce la coppia: lo stesso flusso produce la f. e. m. E_s in quadratura colla corrente. Inoltre a questa E_s va aggiunta una f. e. m. prodotta da Φ' che non è altro che una f. e. m. analoga alle f. c. e. m. delle macchine a corrente continua che diremo E_c .

Il flusso Φ' che è sempre in quadratura con Φ , analogamente a quanto succede in una macchina a corrente continua, è sempre tale da far risultare il campo risultante nel traferro inclinato indietro rispetto al senso di girazione

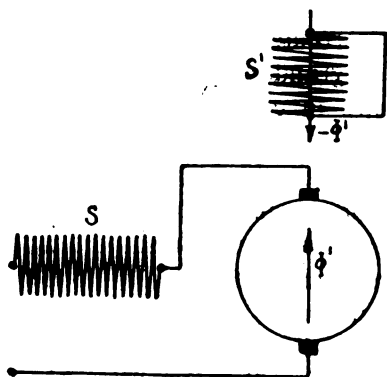


Fig. 7.

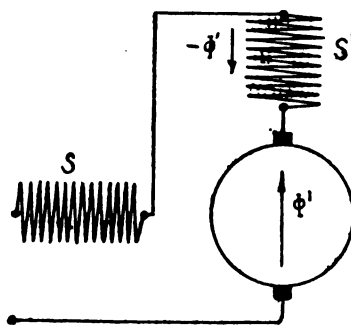


Fig. 8.

delle macchine, ed inoltre di direzione tale che ha sempre una componente che tende ad indebolire il campo principale. La somma di E_c e E_s componendosi con E_r da OV come risultante:

L'angolo fra OV e OE_r è φ .

Vediamo subito che col crescere di E_s e E_c , l'angolo φ aumenta e $\cos \varphi$ diminuisce.

In un motore di tal genere si avrebbe anzitutto una cattiva commutazione, specialmente all'avviamento per la grande selfinduzione, quindi basso $\cos \varphi$ e bassa potenza specifica.

Lo studio dei diversi costruttori è appunto diretto ad eliminare questo flusso Φ' trasversale: in Italia abbiamo avuto il Finzi che è stato uno dei primi a perfezionare questo motore in serie nella sua più semplice espressione, praticando dei tagli sulle masse polari col sistema brevettato a tutti ben noto. Altri costruttori dispongono sullo statore un avvolgimento S' tale che dia un flusso $-\Phi'$ uguale e contrario a Φ' .

Quest'avvolgimento può essere chiuso su se stesso (fig. 7) oppure in serie con S : (fig. 8) nell'un caso e nell'altro si ha una compensazione che cresce col carico.

La Siemens Schuckert W. costruisce un motore in serie (fig. 9) per corrente alternata per gli usi industriali atto ad essere inserito su reti a frequenze normali di 42 e anche 50 periodi. Sullo statore che è a dentatura uniforme come un motore asincrono, vi è il campo principale diviso in due parti che possono essere commutate per mezzo di un semplice deviatore monopolare per invertire il senso di rotazione del rotore. Vi è inoltre un avvolgimento a 90° dall'asse principale dello statore per la compensazione, onde produrre il campo trasversale nell'indotto ed agevolare la commutazione. Il motore non viene alimentato direttamente, ma bensì coll'intermediario di un trasformatore, il cui secondario ha una serie di contatti variabili per diminuire la tensione all'avviamento e quindi la energia richiesta. La variazione dei contatti durante la marcia serve alla regolazione dei giri, ed è notevole il fatto che tale regolazione avviene senza dissipare inutilmente energia in resistenze. Inoltre una parte dell'avvolgimento secondario di questo trasformatore è chiusa in corto circuito sull'avvolgimento di compensazione, che è sullo statore. Ciò allo scopo di generare ai morsetti $Z.O$ una corrente la quale, oltre al produrre il campo trasversale, sia di tale fase e grandezza da potersi opporre alla f. e. m. statica che si produce nelle spire in corto circuito durante la commutazione. Nello stesso tempo questo avvolgimento trasversale essendo connesso in serie con il campo principale, serve pure ad annullare la f. e. m. prodotta per effetto della rotazione, f. e. m. che sappiamo in fase colla corrente. Con questo artificio si ottiene una compensazione quasi perfetta e il motore gira a qualunque velocità presso che senza scintille al collettore. Il numero dei giri normali però è stabilito in modo da avere la minima f. e. m. dinamica e quindi il minimo scintillio alle spazzole. Il motore aumenta i giri col diminuire del carico; la corrente d'avviamento può giungere a $2 \div 2,5$ volte il normale producendo una coppia $2 \div 3$ volte il normale. Il motore si adatta bene a gru e montacarichi perchè ha la preziosa qualità di frenarsi da sè stesso se viene a mancare corrente, funzionando come macchina a corrente continua chiusa in corto circuito sul secondario stesso del trasformatore: il carico scende così lentamente; appena la corrente ritorna si incammina nuovamente e prontamente.

È applicato vantaggiosamente anche a pompe, ventilatori, organi, stamperie, piattaforme girevoli, carrelli trasbordatori, ecc.

Dalle curve annesse (fig. 10) si può rilevare l'elevato $\cos \varphi$ ed il rendimento che raggiunge valori poco inferiori a quelli di un pari motore a corrente continua. Come qualunque motore in serie, la sua velocità di regime è una velocità ipersincronica. I motori vengono costruiti per tensioni dirette dai

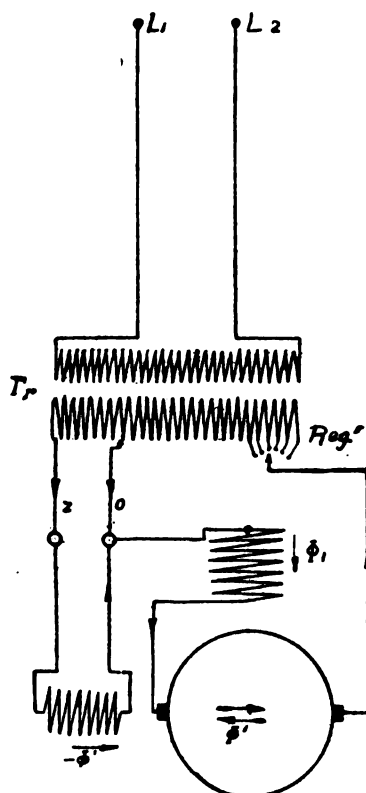


Fig. 9. — Motori in serie Siemens-Schuckert.

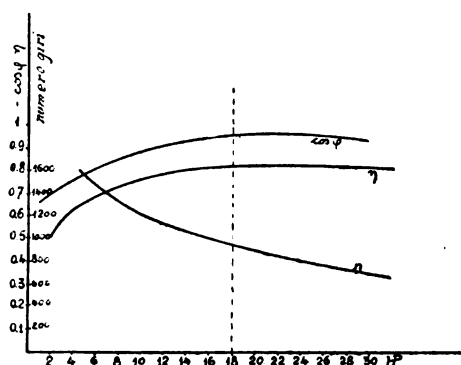


Fig. 10.
Motori Siemens-Schuckert — Tipo RJ 180
18 H P 1000 giri — Serie.

100 ai 150 volt. Si possono quindi facilmente adattare a tutte le tensioni, proporzionando il trasformatore di regolazione.

La Casa Schneider [Ateliers de Champagne Sur Seine], costruisce motori in serie fino a potenze di 3 HP. Motori interessanti perchè possono funzionare ugualmente bene su corrente alternata anche a 50 periodi come su corrente continua. Lo stator è a poli sporgenti e il rotor è un ordinario rotor a tamburo, con resistenze fra lame e fili per i motori più grossi.

La velocità di rotazione si può variare a mezzo del reostato d'avviamento, o spostando le spazzole. La velocità è inversamente proporzionale alla coppia resistente, quindi sono motori che non si devono lasciare funzionare a vuoto. All'avviamento la coppia può raggiungere il triplo del normale valore, e il motore è capace di sopportare considerevoli sovraccarichi. La casa fabbrica motori per frequenze fino a 50 p. e per tensioni fino a 130 v. Per tensioni maggiori si fa uso del trasformatore il cui secondario serve anche come regolatore e avviatore.

Diagramma del motore in serie. — Premesse queste considerazioni, studiamo un diagramma semplificato per avere un'idea del come variano gli elementi principali del motore col variare del carico e della velocità.

Per semplicità immaginiamo nulla la resistenza ohmica, nulle le perdite del ferro, nulle quelle per attrito, nulla la dispersione, nullo il flusso trasversale, e costante la riluttanza del circuito magnetico: Concessioni che si possono ordinariamente fare nello studio delle macchine elettriche, senza alterarne i risultati pratici.

Ritenendo il motore alimentato a tensione costante, il diagramma caratteristico del motore si può applicare fondandosi sul triangolo rettangolo delle tre f. e. m. delle quali la tensione ai morsetti $OV = E$ rimane costante, e è ipotenusa del triangolo; le altre due varieranno col carico. (Fig. 11).

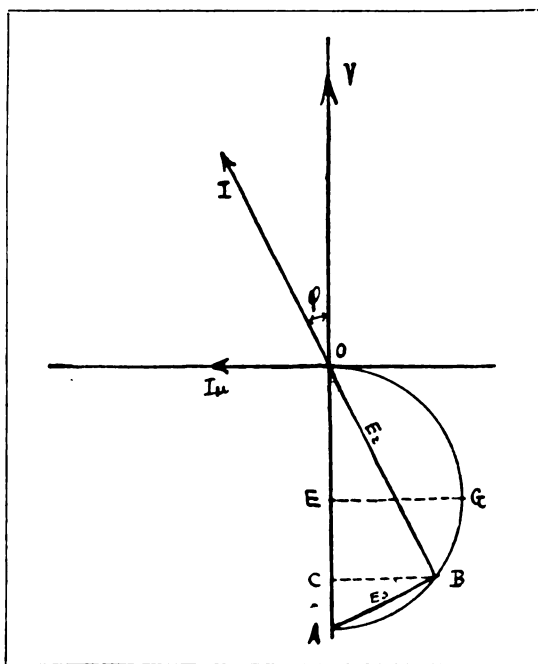


Fig. 11.

Prendiamo $OA = E$ e tracciamo il semicerchio sul diametro OA . Ad un punto B corrisponderà uno stato di funzionamento del motore: Sarà $OB = E_r$, $AB = E_s$. Allora AB misurerà anche la I ed il rapporto $\frac{OB}{OA}$ sarà $\cos \varphi$, cioè l'angolo BOA sarà φ .

La normale BC misura il valore di $I \cos \varphi$ cioè ammessa E costante misura la potenza.

Inoltre $CA = BA^2$ I^2 cioè CA è proporzionale al momento torcente.

Il rapporto $\frac{OB}{BA} = \cot \varphi$ sarà la velocità n perchè il rapporto $\frac{OB}{BA}$ è $-\frac{E_r}{E_s}$ e anche qui riscontriamo che il $\cos \varphi$ in un motore in serie è funzione della velocità.

La potenza $EI \cos \varphi$ è data dall'area OBA ossia dall'altezza BC essendo OA costante: difatti

$$\text{area } OBA = \frac{\overline{OA} \cdot \overline{BC}}{2}$$

All'avviamento B viene in O perchè la velocità è nulla. La coppia CA è massima, ed il suo valore sarà $= I^2$. Nei motori questo punto non è praticamente raggiungibile, giacchè il motore non potrebbe sopportare valori tali di corrente senza deteriorarsi, e si è obbligati intercalare resistenze o self, o abbassare la tensione all'avviamento. In ogni modo la coppia è sempre al suo massimo valore all'avviamento.

A misura che B si sposta da O verso A descrivendo il semicerchio la v aumenta e la corrente BA diminuisce, la coppia CA diminuisce, la potenza BC aumenta, passa per un massimo quando B va in G , e diminuisce poscia per portarsi a zero in A .

In G si ha $\cos \varphi = 0.70$ circa e la coppia è uguale alla metà della coppia all'avviamento. Oltre il punto G si vede che la coppia diminuisce, la corrente BA diminuisce pure e la velocità corrispondente per $BA = 0$ è un valore ∞ . Cioè il motore col diminuire del carico aumenta la sua velocità fino a fare equilibrio alle resistenze passive: si comprende che per motori di una certa potenza questa è una velocità pericolosa.

Il motore in serie a corrente alternata ha dunque le stesse caratteristiche del motore a corrente continua: da aggiungere il $\cos \varphi$ variabile colla velocità e in senso inverso della corrente. Il motore funziona sempre meglio col diminuire della frequenza, cioè per quanto più s'accosta ad un motore a corrente continua.

La velocità corrispondente alla coppia massima non è quella di sincronismo, ma è una velocità circa 1,5 volte quella del sincronismo: cioè è conveniente pel motore in serie bassa frequenza e numero di poli elevato. Col diminuire della frequenza diminuiscono le perdite e aumenta il rendimento.

Il motore in serie avendo il collettore sottoposto ad una tensione pari a quella dello stator, non può funzionare con corrente a tensioni superiori ai 250 volt.

Per gli usi industriali non è un inconveniente, avendosi sempre bassa tensione a disposizione, ma per la trazione, essendo vantaggioso avere sul filo di trolley una tensione per quanto possibile elevata, si deve ricorrere a trasformatori statici per abbassare la tensione ai morsetti del motore.

MOTORE A REPULSIONE.

§. 4. — Il motore a repulsione ha una selfinduzione totale minore di quella del motore in serie, giacchè l'indotto esercita una azione demagnetizzante come il secondario di un trasformatore.

Considerando il rotore di un motore a repulsione vediamo che nell'arco minore mn l'azione dei due flussi Φ_1 dello statore e Φ_2 attraverso alle spaz-

zole (flusso di reazione che esercita la repulsione) si risolve in azione contraria e solamente nell'arco mn maggiore i due effetti si sommano. (Fig. 12).

Dalla teoria generale sappiamo che la corrente che così si produce chiudendosi attraverso le spazzole, genera un campo poco discosto dalla linea delle spazzole e i poli che si formano sono sempre contrari a quelli dello statore,

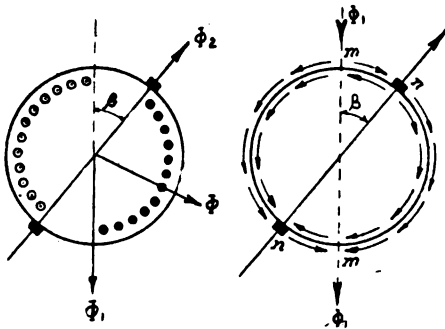


Fig. 12.

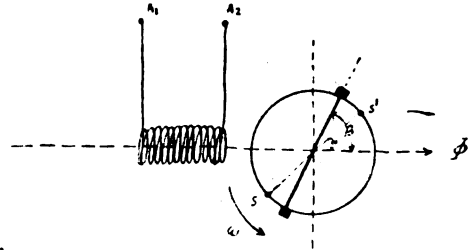


Fig. 13.

e quindi tali da respingersi; si sviluppa dunque una coppia che farà ruotare il rotore (fig. 13): la coppia dipende da β , perchè da β dipende l'intensità e la direzione di Φ_2 . Se $\beta = 0$ cioè spazzole sotto i poli l'induzione è massima in ciascuna metà dell'anello, ma la coppia è nulla perchè i campi risultano paralleli; se $\beta = 90^\circ$ cioè spazzole nella zona neutra non si ha coppia perchè le f. e. m. in ciascuna metà dell'anello si annullano. Il massimo sarà dunque in una posizione intermedia: sappiamo dalla teoria generale del Thomson, che ne fu l'inventore, che il valore teorico della coppia è proporzionale al prodotto $\sin \beta \cos \beta$ e quindi il valore massimo teorico della coppia sarà per $\beta = 45^\circ$.

La conclusione non è che approssimata, perchè i campi non sono uniformi. Praticamente il massimo valore della coppia si ha per $\beta = 8^\circ \div 10^\circ$.

Siano (fig. 14) in Φ_1 e Φ_2 rappresentati i flussi rotore e statore inclinati fra di loro dell'angolo β . Il flusso Φ_2 nel rotore possiamo scoprirlo in due flussi: Φ_g diretto secondo Φ_1 , e contrario a Φ_1 e uno Φ_q trasversale e normale quindi a Φ_1 .

I flussi Φ_1 e Φ_2 daranno sempre una risultante: sia Φ . Questo a sua volta potremo ritenerlo composto di Φ_q e Φ_t normali fra di loro, oppure anche risultante dei due flussi opposti (Φ_1 e Φ_g) e di Φ_q .

L'azione di questi due campi Φ_q e Φ_t considerata indipendentemente l'una dall'altra genera quattro f. e. m. due per azione statica e due per azione dinamica.

Se al solito indichiamo con f la frequenza, la f. e. m. statica prodotta da Φ_t avrà l'espressione

$$E_{st} = K \cdot f \cdot \Phi_t$$

e avrà direzione nello spazio perpendicolare a Φ_t .

con Φ_t diventa $E_{rq} = E_{st}$, ed allora trascurando la $I_2 r$ e la f. e. m. di dispersione risulta

$$K \cdot N \cdot \Phi_q = K \cdot f \cdot \Phi_t$$

$$\Phi_q = \frac{f}{N} \Phi_t$$

Ma al sincronismo

$$f = N$$

quindi

$$\Phi_q = \Phi_t.$$

Cioè abbiamo effettivamente i due campi ortogonali e uguali, dunque il campo è perfettamente un campo rotante uniforme.

A fermo $\Phi_q = 0$ e Φ_t è al massimo: al sincronismo $\Phi_t = \Phi_q$; e al di là del sincronismo $\Phi_q > \Phi_t$. (Fig. 16).

All'avviamento B va in O ma anche $E_{rt} = 0$ ed $E_{st} = E_2$ che è un valore che dipende dal rapporto fra il numero delle spire per polo fra statore e rotore.

Appena si sviluppa la coppia ed il motore comincia a girare, si sviluppa la E_{rt} ed E si sposta fino all'angolo γ che dipende dai valori relativi fra

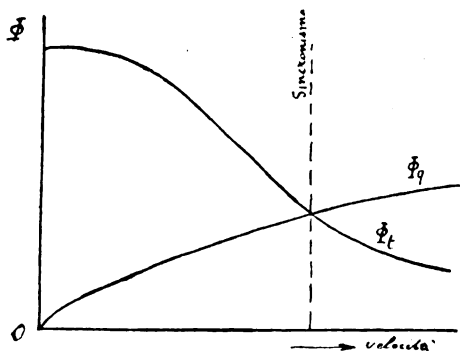


Fig. 16.

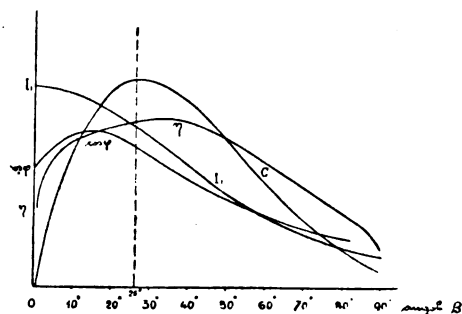


Fig. 17.

C - Coppia - I_1 - Corr. statore - η - Rendimento.

E_{st} ed E_{rt} cioè dalla velocità. Col crescere della velocità anche Φ_q si sposta e si genera la risultante di E_{rq} e E_{sq} che è contraria alla risultante di E_{rt} e E_{sq} , in altri termini E_2 tende a zero coll'aumentare della velocità, non diversamente da quanto succede in un ordinario asincrono.

L'angolo Θ è 0 a fermo; è 90° al sincronismo.

L'angolo γ dipende dalla posizione delle spazzole.

$$\text{Se } \gamma = 0 \quad E_{rt} = 0 \quad C = 0$$

$$\text{Se } \gamma = 90 \quad E_{st} = 0 \quad C = 0$$

Ritroviamo cioè le stesse condizioni già prima studiate.

La coppia prodotta dal motore avrà dunque la forma:

$$C = I_2 E_{rq} + I_2 E_{rt} \cos \Theta.$$

dove Θ è l'angolo fra E_{rq} e E_{rt} cioè l'angolo fra Φ_q e Φ_t .

La marcia del motore avvenendo press'a poco al sincronismo Φ_i e Φ_q fanno un angolo di 90° quindi $\cos \Theta = 0$ allora

$$C = I_2 E_{rq}$$

Possiamo dire che la coppia nel motore a repulsione è formata di due coppie: all'avviamento e finchè $\Theta < 90^\circ$ le due coppie si sommano: per $\Theta = 90^\circ$ la coppia è solo $I_2 \cdot E_{rq}$ e per $\theta > 90^\circ$ velocità ipersincroniche, la coppia di E_{rt} è negativa.

Da ciò si vede che il motore non ha velocità ∞ .

E_{st} e E_{rt} hanno direzioni fisse nello spazio.

Al sincronismo $E_{rt} = E_{rq}$.

Ritenendo la grandezza del $\Phi_q = E_{rq}$ avremo che per una data posizione delle spazzole la coppia d'avviamento sarà massima a $v = 0$: coll'aumentare della v diminuisce prima rapidamente e poi più lentamente, fino a rendersi assintotica all'asse delle ascisse. La posizione delle spazzole influisce sulla grandezza di Φ_q , ma quanto più si approssima al sincronismo questa variazione diminuisce.

La curva della coppia avrà quindi un andamento come quello in fig. 17, presentando un massimo per angolo $\beta = 25^\circ$ così il massimo della curva del $\cos \varphi$ non coincide con il massimo della coppia nè col massimo del rendimento.

Che il $\cos \varphi$ abbia un massimo nei pressi del sincronismo possiamo convincercene facendo le curve di Φ_q e Φ_i in funzione della velocità. Le due curve avranno un andamento simile a quello in fig. 16. La somma di Φ_q e Φ_i è minima nei pressi del sincronismo e la f. e. m. sviluppata dalla loro risultante sarà minima ed avremo una buona commutazione ed un buon fattore di potenza. Anche la diminuzione dell'interferro migliora il $\cos \varphi$, perchè diminuisce la corrente magnetizzante analogamente a quanto avviene per un asincrono. Un motore a repulsione senza dispersione e con $I_\mu = 0$ avrebbe al sincronismo $\cos \varphi = 1$. In realtà si arriva a dei $\cos \varphi = 0,95$. Anche nel motore a repulsione il $\cos \varphi$ aumenta colla velocità, ed aumenta anche al di là del sincronismo, ma non nelle proporzioni del motore in serie, a causa delle correnti parassite che si sviluppano nel rotore nelle velocità ipersincroniche.

Questo motore non ha bisogno di velocità ipersincroniche, quindi può essere costruito per le frequenze ordinarie da 40 a 60 periodi. Inoltre l'indipendenza fra statore e rotore permette di costruire motori per tensioni dirette fino a 5.000 volt. Il motore a repulsione semplice viene costruito dalla Siemens che ha serie correnti da 1/4 fino a 15 HP con rendimenti che arrivano al 80 % e $\cos \varphi = 0.95$. La Oerlikon ha serie complete fino a 25 HP e con buoni rendimenti ed elevati $\cos \varphi$. La regolazione della velocità può avvenire sia collo spostamento delle spazzole, come pure coll'intermediario di un trasformatore regolatore variando la tensione ai morsetti. La Bergmann, la Hermann Pöge, la Mitteldeutsche A. G. di Amburgo costruiscono di questi motori. La Elektrotechnische Voigt e Mühler di Lipsia ha pure una serie corrente di motori a repulsione.

In Francia la Société Gramme ne ha forniti parecchi alle Ferrovie per comando di gru e ponti scorrevoli.

Diverse altre case costruiscono questi motori, ma con speciali modificazioni che li fanno quindi ascrivere ad altre categorie, e che successivamente passeremo in rassegna, rilevandone le caratteristiche più salienti, che li ren-

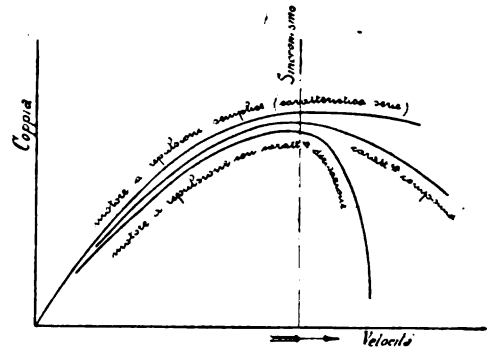
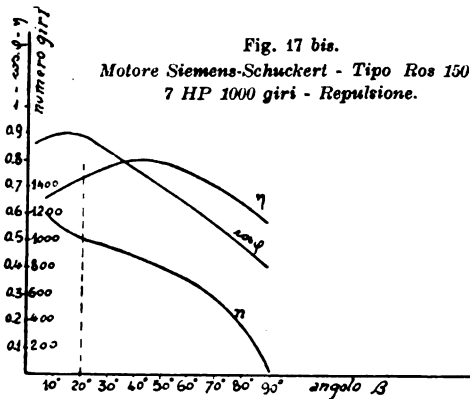


Fig. 18.

dono più o meno adatti a determinati scopi, ottenendo effettivamente motori con curve caratteristiche analoghe a quelle dei corrispondenti motori a corrente continua in serie, in derivazione, o compound (fig. 18).

MOTORI A REPULSIONE COMPENSATI.

§. 5. — Sotto questa classifica vanno riuniti tutti i tipi di motori a repulsione che constando della caratteristica principale di aver le spazzole sul

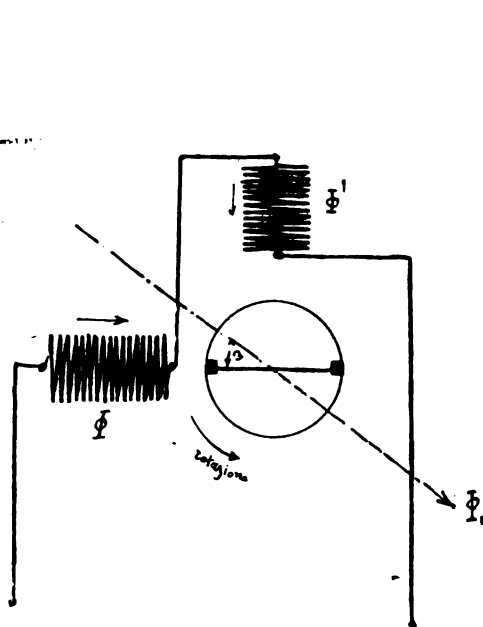


Fig. 19.

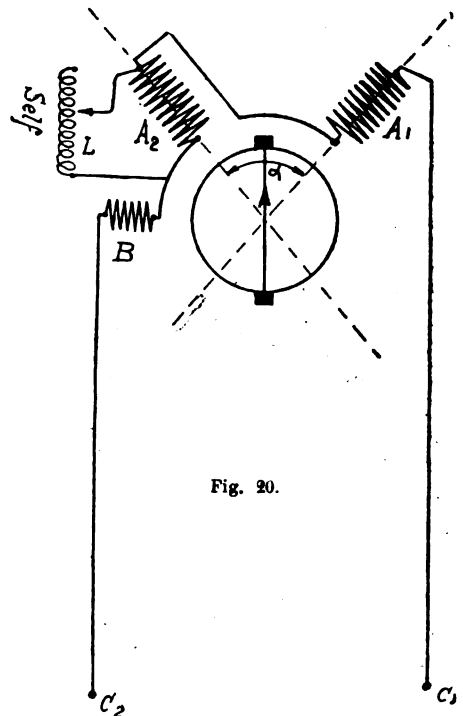


Fig. 20.

collettore in corto circuito, hanno qualche artificio per migliorare il $\cos \varphi$ e la commutazione e regolarne la velocità sia a vuoto che a carico.

Una delle prime modificazioni fu quella del motore Atkinson (fig. 19). Questo motore, venuto subito dopo al primitivo tipo del Thomson, ha sullo stator due avvolgimenti a 90° , di cui uno è normale alla direzione delle spazzole che sono chiuse in corto circuito, e l'altro ha il suo asse che coincide colla linea di prolungamento delle spazzole. La repulsione avviene dal campo risultante Φ_1 dei due avvolgimenti a 90° , sulle spazzole a corto circuito; ma questa disposizione ha il vantaggio che il senso di marcia può essere facilmente variato, non occorrendo altro che cambiare il senso della corrente in uno dei due avvolgimenti dello stator, rimanendo invariata la posizione delle spazzole.

Inoltre col crescere della velocità l'azione di Φ' viene mano mano a neutralizzarsi per effetto dell'aumento del campo trasversale che si forma nel rotore. Abbiamo quindi un motore che si avvia con un certo angolo β dipendente dalle grandezze relative ai due flussi Φ e Φ' : col crescere della velocità neutralizzandosi l'effetto di Φ' viene a diminuire l'angolo β : si comprende quindi che è un motore che entro certi limiti regola automaticamente la velocità.

La Casa Rhodes Electrical Manufacturing Co. costruisce i motori del tipo Atkinson per serie correnti da $1/4$ di HP fino a 20 HP con comando a distanza per ponti trasbordatori, gru e simili apparecchi. La regolazione della velocità viene eseguita con apposito controller oppure con trasformatori riduttori variando la tensione ai morsetti.

Un motore del tipo repulsione compensato è quello della Société Alsacienne

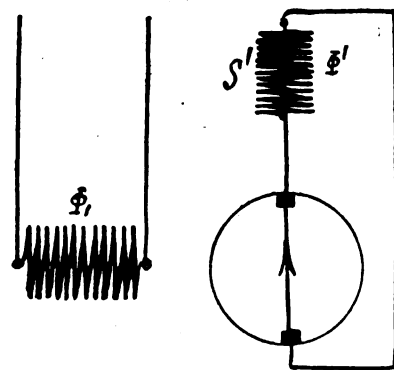
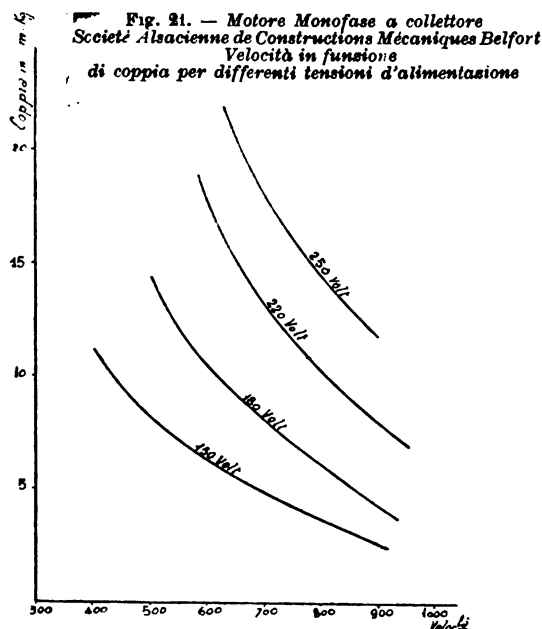


Fig. 22.

de Belfort che costruisce il tipo Lehmann (fig. 20): la compensazione è ottenuta sullo stator stesso e quindi con due sole spazzole per polo. Lo stator ha un'avvolgimento continuo come un ordinario asincrono e la corrente viene im-

messa nei punti a e b diametrali: a due punti c e d dell'avvolgimento statore diametrali e inclinati di α sull'asse del polo principale viene derivata una self regolabile.

Le spazzole sono spostabili e al sincronismo devono avere un angolo $\beta = \frac{1}{2} \alpha$. Ad ogni velocità del rotor, variando opportunamente la self, si può avere una compensazione perfetta: colla variazione della self si può variare la velocità: questo è interessante per i comandi a distanza. Al sincronismo si ha un campo rotante perfetto. Il rotore ha un avvolgimento imbricato a sbarre in ragione di una spira per lamella: L'avvolgimento statore è uniformemente ripartito in intagli semiaperti. In generale $\beta = 18^\circ$ per il sincronismo e per velocità da 600-800 giri il rendimento varia dall'83 - all'86 %.

Le curve che seguono sono di un motore di 50 HP. a 110 volt 50 periodi con regolazione di giri da 80 a 800 (fig. 24).

Si costruiscono anche dei motori con l'avvolgimento S' dello statore in serie colle spazzole (fig. 22) questo tipo di motore avrà l'azione del flusso Φ' direttamente inversamente proporzionale alla velocità ed avrà caratteristiche analoghe a quelle di un motore in serie: una grande coppia all'avviamento mentre la corrente in S' e in rotore sono in fase.

MOTORI A REPULSIONE A DOPPIE SPAZZOLE.

§. 6. — I motori monofasi a due ordini di spazzole sono quelli che meglio si prestano per la regolazione con spostamento di spazzole (fig. 23). Hanno una coppia di spazzole $a a'$ nell'asse dei poli e una coppia $b b'$ di spazzole spostabili diametrali tra loro e unite in corto circuito colle $a a'$ rispettivamente. È facile

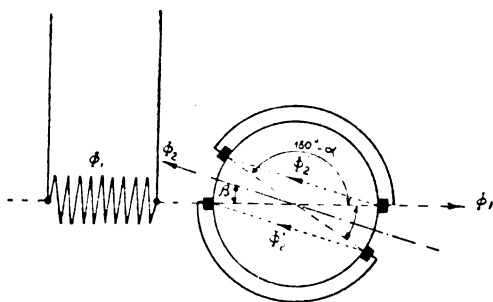


Fig. 23.

comprendere che l'azione delle due correnti I' e I'' di corto circuito si sommano e danno luogo ad un unico flusso che è inclinato di un angolo β che è la metà dell'angolo di calaggio delle spazzole, cioè

$$\beta = \frac{\alpha}{2}$$

Per comprenderne il funzionamento, (fig. 24) immaginiamo che nell'avvolgimento dello statore venga immessa una corrente monofase: questa induce nel rotor una corrente secondaria, la quale a sua volta produce un campo secondario che si sposta colle spazzole. I due campi tendono a disporsi nella medesima direzione; da ciò ha origine la coppia motrice. Supponendo l'avvolgimento dello statore come uniformemente distribuito, possiamo immaginarlo diviso in avvolgimento di *eccitazione* ed avvolgimento di *compensazione*, mentre il rotore nel quale circola una corrente indotta dalle spire di compensazione viene a formare l'avvolgimento attivo. Riportandoci alla fig. 24 il

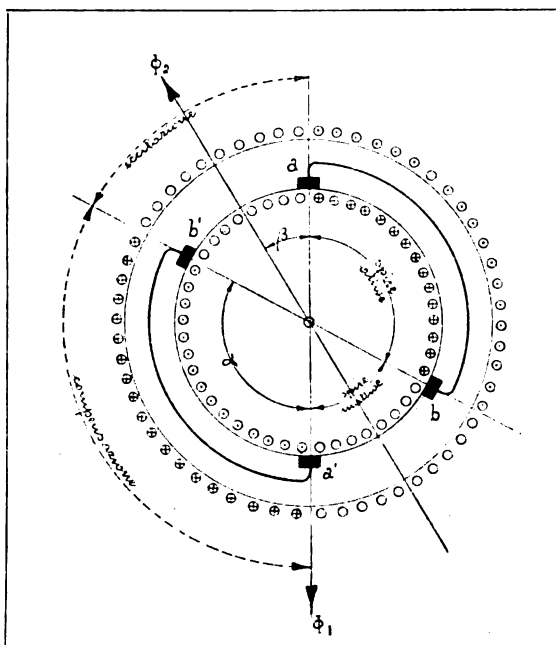


Fig. 24.

campo di eccitazione sarà formato dai fili dello statore compresi fra $a'b'$ ed $a'b$ e quello di compensazione formato dalle spire comprese fra ab e $a'b'$, mentre i fili attivi del rotore saranno limitati fra le spazzole ab e $a'b'$. È facile comprendere che la parte avvolgimento di compensazione e l'avvolgimento del rotore si comportano come gli avvolgimenti primari e secondari di un trasformatore: la f. e. m. che così si genera è f. e. m. statica: per effetto della rotazione si svilupperà anche la f. e. m. dinamica, che è quella che produce la coppia.

Supponiamo ora le spazzole mobili bb' spostate di 180° cioè $\alpha = 180^\circ$. In questo caso gli assi degli avvolgimenti statore e rotore coincidono: tutte le spire dello statore servono per la compensazione, tutte le spire del rotore sono percorse da corrente e sono quindi attive, però mancando la parte di spire di eccitazione, manca il campo da queste prodotto e la coppia che ne risulta è zero: il motore in questo caso si comporta come un trasformatore con secondario in certo circuito.

Immaginiamo di spostare le spazzole mobili in modo che α diminuisca: appena Φ_2 risulta inclinato da un angolo β su Φ_1 , il motore funziona con poche spire di eccitazione, quindi con campo debole e come conseguenza si ha una debole coppia, una alta velocità ed un buon fattore di potenza. Mano mano che α diminuisce aumentano le spire di eccitazione e quindi il campo e la coppia: ne risulta una diminuzione di velocità ed un peggioramento del $\cos \varphi$. Nello stesso tempo diminuiscono anche le spire attive del rotore. Supponiamo infine $\alpha = 0$: allora tutti i fili dello statore concorrono a formare l'avvolgimento di eccitazione, ma le spire attive del rotore diventano 0, e con esse diventa pure nulla la coppia. Il motore in queste condizioni si comporta come una bobina d'induzione. È da notare che in questo ultimo caso le spazzole vengono a trovarsi nel mezzo del campo e non vi sono correnti nelle spire chiuse in corto circuito a mezzo delle spazzole, il che costituisce un grande vantaggio sul motore a repulsione semplice, perchè in quest'ultimo a questa posizione delle spazzole corrisponde una forte corrente nel rotore. Da quanto sopra risulta che lo spostamento delle spazzole offre un mezzo molto semplice per regolare la velocità. E poichè l'angolo di spostamento del campo corrisponde alla metà dell'angolo di spostamento delle spazzole, questo motore ha il vantaggio di una regolazione molto facile, graduale e precisa.

A motore fermo $\alpha = 0$: in queste condizioni attaccando lo statore alla rete, circola una corrente magnetizzante relativamente leggera e la coppia è nulla. Spostando le spazzole circola una corrente nel rotore, e raggiunto un determinato angolo α il motore si avvia. Continuando lo spostamento delle spazzole, se la coppia rimane costante, avremo un continuo e progressivo aumento di velocità, la quale potrà raggiungere ed anche oltrepassare la velocità di sincronismo. Per il resto il motore Dery si comporta come un comune motore a repulsione.

Questo tipo è costruito dalla Brown Boveri appunto su brevetto Déry. Il motore Déry è forse uno dei motori a repulsione che più si adattano per la regolazione della velocità col semplice spostamento delle spazzole; anche l'avviamento avviene nelle migliori condizioni e colla massima facilità: non occorrono nè trasformatori regolatori, nè resistenze e l'aumento della velocità può aver luogo assolutamente progressivamente da zero al valor voluto senza procurar sulla rete la più piccola oscillazione di tensione.

Per gli ascensori la manovra dei bottoni si riduce a comandare un piccolo motorino ausiliario che agisce quale servomotore per lo spostamento delle spazzole mobili: sono evitati così i forti richiami di corrente e il motore si incammina gradualmente appena lo spostamento delle spazzole è tale da generare nel rotor una coppia che sia capace di vincere la coppia resistente. La commutazione è, come negli ordinari a repulsione, ottima al sincronismo; si hanno scintille sulle spazzole mobili solamente quando viene bruscamente cambiata la loro posizione durante la marcia normale. Questi motori hanno avuta un'ampia applicazione per il comando delle macchine Ring di filatura. Inoltre sono applicate con vantaggio a pompe, ventilatori, ponti scorrevoli, ecc.

L'avviamento è facile e avviene sotto pieno carico senza il minimo disturbo sulla rete, giacchè si ottiene l'avviamento con una intensità che non arriva alla metà del valore normale. (Fig. 25 - 26 - 27 - 28). (1).

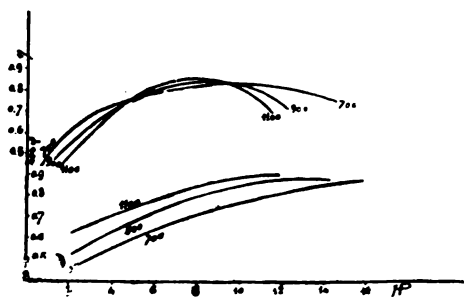


Fig. 25. — Motore Brown Boveri Derj.

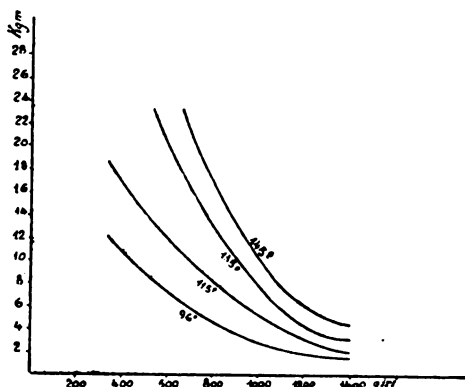


Fig. 26. — Motore Brown Boveri-Derj, 10 HP, 6 poli, 42 p.

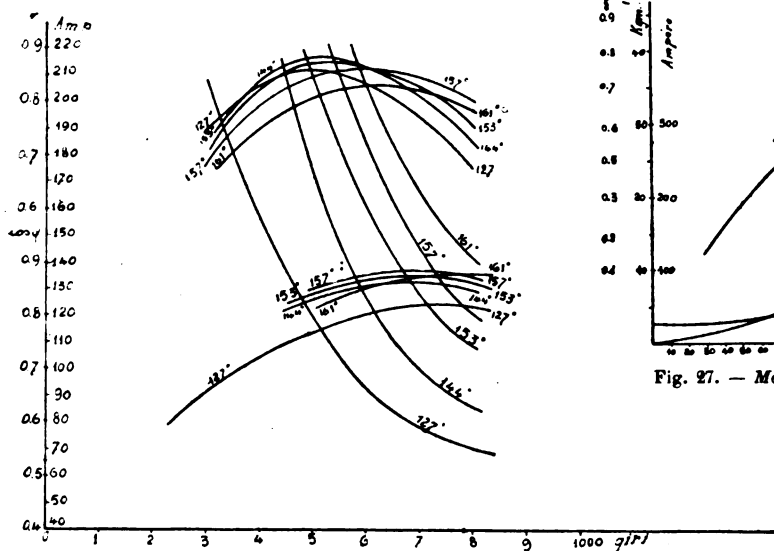


Fig. 28. — Richiesta in corrente

Fattore di potenza - Rendimento di E 8 - 60 - 750 - 3 P - 42 n - 220 V. - 3 1/2 HP.

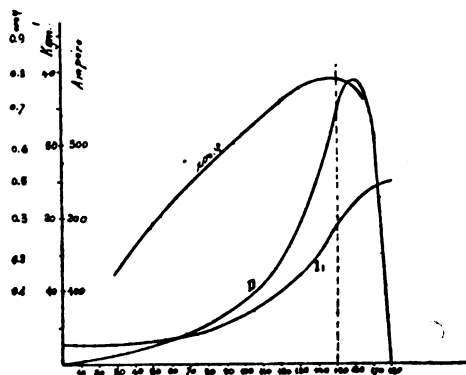


Fig. 27. — Motore Brown Boveri Dprj.

Recentemente le Bergmann Elektrizitäts-Werke costruiscono un mono-fase a repulsione con due spazzole per polo, ma con un avvolgimento particolare nel rotore studiato in modo da ottenere lo stesso effetto e gli stessi vantaggi del tipo Déry a 4 spazzole (fig. 29). L'artificio è semplicissimo giacchè consta unicamente nel fare il passo d'avvolgimento nel rotore di $(180 - 2\beta)$ essendo β quell'angolo conveniente per ottenere quella data velocità con quella

(1) Gli angoli in gradi che figurano nelle 27 e 28 sono gli angoli $(180^\circ - \alpha)$ della figura 23 mentre invece nella figura 24 sono indicati con α .

data coppia. L'angolo $(180 - 2\beta)$ non è altro che l'angolo abbracciato dalle due spazzole collegate tipo Déry. Anche Les Ateliers de Construction électrique de Jeumont addottano il tipo a doppie spazzole, ma coll'aggiunto di una self intercalata fra le spazzole (fig. 30), questa bobina di self ha lo scopo princi-

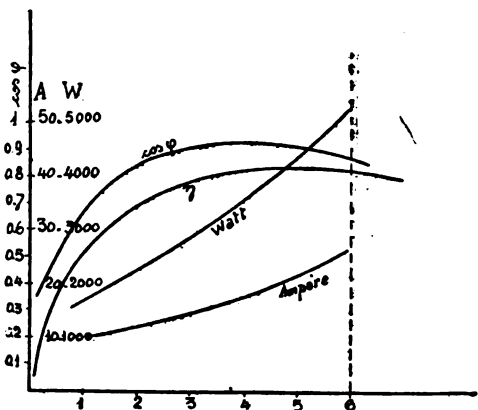


Fig. 29.

Bergmann - Elektrizität - A.G. - Monofase - Repulsion
220 v. - 6 HP - 42 p. - 1200 g.

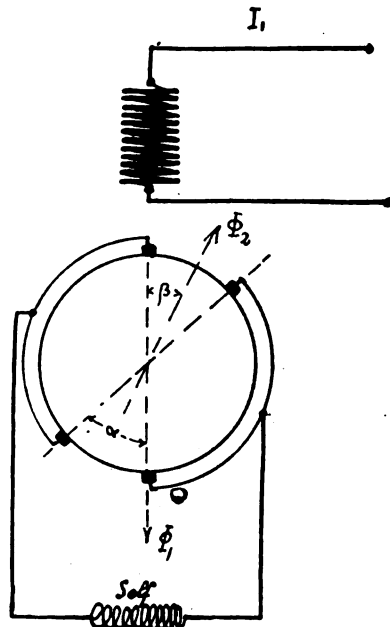


Fig. 30.

pale di limitare la velocità a vuoto e portare il motore a lavorare con una caratteristica analoga a quella di un motore a corrente continua compound, il che è prezioso per certe applicazioni.

L'azione della self è di aumentare la reattanza del rotor col crescere della velocità, reattanza che appunto diminuisce col crescere della velocità.

MOTORI A REPULSIONE COMPENSATI A VELOCITÀ COSTANTE.

§. 7. — Da questi motori si è passato ai repulsione compensati che hanno vere caratteristiche di motori in derivazione e che sono i più adatti per comandi fissi di grue, ascensori, montacarichi, pompe e qualsiasi altra applicazione nella quale si richieda che il motore, oltre ai soliti requisiti, abbia la particolarità di poter funzionare a vuoto senza che la velocità di rotazione aumenti al di là di un dato valore.

Questi motori sono generalmente a repulsione del tipo Atkinson, ed hanno due avvolgimenti a 90° di cui uno coll'asse nella direzione delle spazzole che forma il campo principale ed inoltre un avvolgimento speciale di poche spire avvolte in senso contrario al campo principale ed alimentate da due spazzole

indipendenti dalle altre e da queste a 90° sul collettore (fig. 31). L'avviamento avviene in repulsione e l'avvolgimento S_1 è aperto; a velocità raggiunta si chiude a mano o automaticamente per effetto di un congegno a forza centrifuga l'interruttore: l'azione della S_2 , crescendo colla velocità ed essendo contraria al campo prodotto da S_1 , si comprende come avvenga la regolazione della

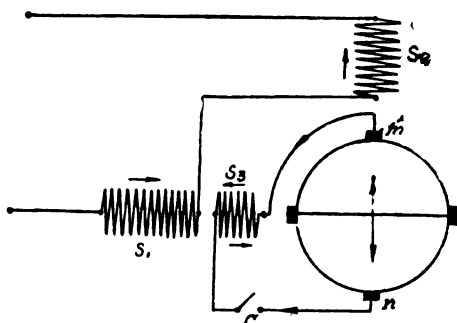


Fig. 31.

velocità colle variazioni del carico. Convien qui subito notare che, se le spazzole $m n$ fossero senza l'avvolgimento S_2 chiuse in corto circuito anch'esse, ma dopo l'avviamento, si avrebbe nient'altro che il rotore di un motore asincrono monofase: sarebbe un motore molto semplice e molto facile da costruire ma coll'inconveniente di un basso $\cos \varphi$ e di uno slip molto forte, effetti ambedue della forte dispersione.

Nei motori a repulsione compensati per capovolgere il senso di rotazione

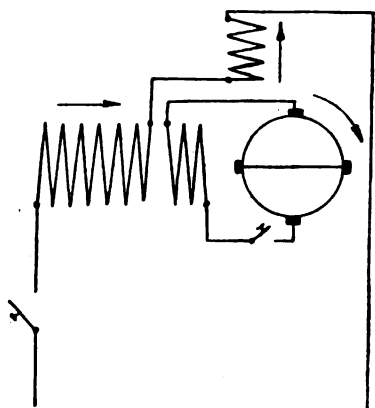


Fig. 32.

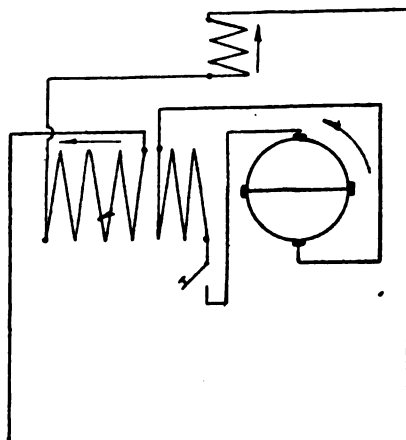


Fig. 33.

basta invertire uno dei due campi statore e il campo delle spazzole. Gli schemi riportati qui a lato (figg. 32 e 33) sono della Thomson Houston, che costruisce correntemente questi tipi di motore, per gru, montacarichi, ascensori fino a 20 HP. All'avviamento sviluppano una coppia $2 \div 3$ volte il normale, sopportano sovraccarichi del 50 % ed hanno slip del $6 \div 8$ %. A Parigi nei cantieri della Senna ve ne sono parecchi in funzione alimentati appunto dalle reti de la *Compagnie Électrique du secteur de la rive gauche* che da corrente alternata monofase a 42 periodi 3000 volt e 110 volt.

Propriamente la Thomson Houston costruisce due tipi distinti di motori monofase a collettore. Un primo tipo è quello accennato che ha proprietà di velocità costante ed è più specialmente adatto per ascensori e montacarichi. Un secondo tipo serve in quelle installazioni nelle quali oltre alla coppia d'avviamento molto forte, è richiesta una completa facilità di modificare la velocità, come è il caso dei ponti scorrevoli e delle gru.

Questo secondo tipo è del genere repulsione a caratteristica in serie, con-

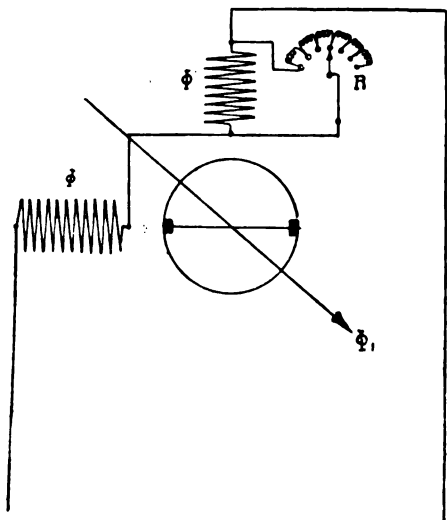


Fig. 34.

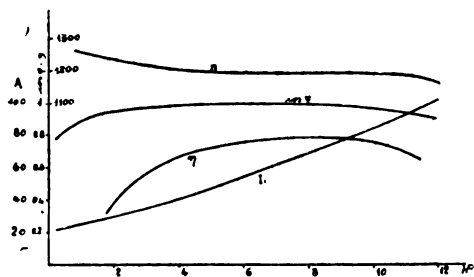


Fig. 35.

Motore Thomson Houston - 10 HP - 120 - 42 p.

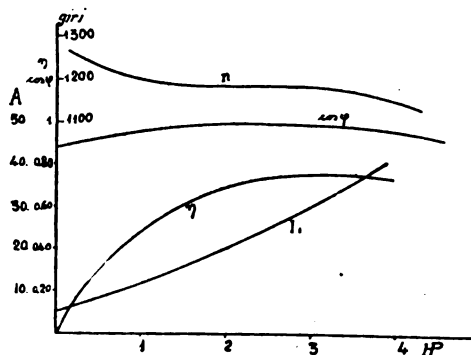


Fig. 36.

Motore Thomson Houston - 3 HP - 120 v. - 42 p.

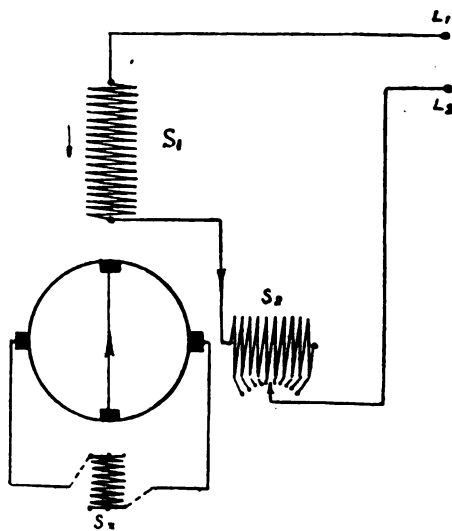


Fig. 37.

sta cioè d'un ordinario rotore a collettore, e uno statore con due avvolgimenti a 90° (fig. 34).

La direzione e grandezza del flusso dell'avvolgimento S_2 può essere variata a mezzo di controller comandato a distanza oppure modificando la tensione E d'alimentazione, nel qual ultimo caso si può rendere la regolazione molto economica, alimentando il motore col secondario di un trasformatore regolabile. Il diagramma fig. 35 è relativo ad un motore del primo tipo e quello della fig. 36 è relativo ad un motore del secondo tipo.

La casa Alioth costruisce il tipo Fynn (fig. 37) che è un motore che pure appartiene a questo gruppo

È un motore compensato con doppie spazzole e caratteristica di motore in derivazione, cioè a velocità costante. A luogo di avviarsi in serie, si avvia a repulsione; ha quindi una coppia d'avviamento notevolmente superiore, e che per le ordinarie applicazioni si può ridurre e tenere entro determinati limiti a mezzo di un semplice controller, senza resistenza nè avviatori. Dal controller si fanno anche tutte le commutazioni per la marcia avanti ed indietro.

Per l'avviamento l'avvolgimento S_1 non è in lavoro e le spazzole a b lavorano in repulsione sulla risultante dei due campi S_1 S_2 sullo schema del motore di Atkinson. La grandezza e direzione del flusso risultante dipende evidentemente dall'azione di S_2 regolabile a mezzo dei contatti R . Per demarrare in un senso o nell'altro s'inverte la corrente nell'avvolgimento S_2 .

A velocità raggiunta, l'avvolgimento S_2 viene chiuso sulle spazzole c d e la sua azione contraria all'avvolgimento S_1 esercita automaticamente la regolazione dei giri col variare del carico.

L'avvolgimento S_2 ha contatti variabili che si devono invertire collo scambiare il campo S_2 , per l'inversione di marcia.

Questo motore, di cui ho avuto occasione di vederne varie prove nelle officine della Società Alioth in Munchenstein eseguite dallo stesso ingegner Fynn, nell'anno 1905, migliorato ancora nei dettagli in questi ultimi tempi, ha pregi considerevoli specialmente per l'avviamento. Difatti s'avvia sottocarico con intensità regolabile che non eccede la intensità normale: il $\cos \varphi$ è prossimo all'unità ed è notevole che il $\cos \varphi$ anche a vuoto non è mai inferiore a 0.7.

Il rendimento è di poco inferiore a quello di una pari macchina a corrente continua. La velocità di rotazione cresce col quadrato di V tensione applicata, e la coppia cresce nelle stesse proporzioni, quando però il ferro sia lontano dalla saturazione. A vuoto ha una velocità del 2-3 % al di sotto del sincronismo, a pieno carico lo slip va al 5 ÷ 10 % dai grandi ai piccoli motori, semprechè però non si ricorra a modificare la velocità colle spazzole.

L'avvolgimento S_1 è quello normale di lavoro. S_2 lavora principalmente all'avviamento ed ha due o più prese per i contatti al controller per avviamenti gradualì. S_2 è aperto alla messa in marcia e viene chiuso solamente a velocità raggiunta o per mezzo di un interruttore a forza centrifuga o a mano.

L'indotto è simile a quello di una macchina a corrente continua, ma con lamelle molto suddivise; le quattro spazzole sono a 90° fra di loro e sono fisse e non si devono muovere nè durante la marcia, nè per variare il senso di rotazione.

All'avviamento questo motore è capace di sviluppare una coppia $2 \div 2 \frac{1}{2}$ volte la coppia normale, assorbendo solamente l'1 $\frac{1}{2}$ volte la corrente normale.

Per avviarsi con coppia uguale al normale assorbe il 125 % dell'intensità normale, e per avviarsi a vuoto assorbe solo il 25 % senza nulla consumare nelle resistenze d'avviamento.

La marcia a vuoto assorbe il 20 % ÷ 30 % dalla corrente normale.

Questo motore ha quindi ben marcato il pregio di potersi inserire su qualunque rete monofase di luce senza causare la benchè minima oscillazione di tensione durante gli avviamenti.

Dalla frequenza e dal numero di poli dipende la velocità di sincronismo: a vuoto può avere una velocità ipersincronica del $1 \div 4\%$ e a pieno carico uno slip del 10% : può sopportare un sovraccarico del 100% e la velocità ridursi solo al 70% .

Il valore dello slip dipende dall'avvolgimento S_2 .

Questo avvolgimento se viene interrotto durante la marcia, il motore si ferma, e se si interrompe durante l'avviamento, il motore seguita ad avviarsi, ma se il carico è nullo la velocità aumenta e passa al di là del sincronismo.

La regolazione si può fare sull'avvolgimento S_2 manovrando il controller.

Il cambiamento di rotazione, essendo fisso l'asse delle spazzole in corto circuito, si ottiene cambiando la corrente nell'avvolgimento S_2 e nello stesso tempo invertendo gli attacchi dell'avvolgimento S_3 .

Gli speciali avviatori di questi motori, colla manovra di una semplice manovella operano tutte queste commutazioni esattamente e facilmente.

Questi motori lavorano bene per frequenze da 25 a 60 periodi: la qualità di poter portare $\cos \varphi = 1$ ha importanza per quelle reti in cui si cerca di elevare il $\cos \varphi$ totale dell'impianto. Sono costruiti in serie normali da 1 HP fino a 35 HP.

La fig. 38 dà le curve di un motorino di 1.25 HP e si scorge il $\cos \varphi$ prossimo all'unità, e il rendimento del 60% . La tensione 250 volt con 6,6 ampère a 1000 giri 50 p. e 6 poli. Il $\cos \varphi = 0.92$ a pieno carico e $\cos \varphi = 0.60$ all'avviamento.

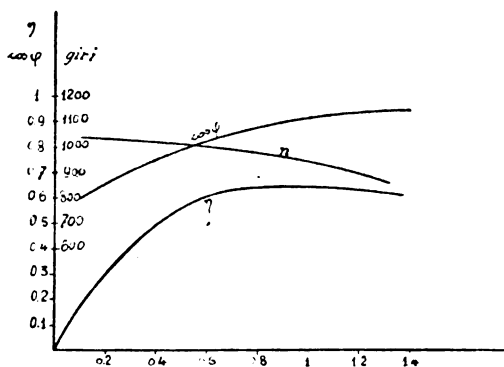


Fig. 38.

Motore Fynn-Alioth - Mod. J M F₂ - 1 1/4 HP
1000 giri - 250 v. - 50 p.

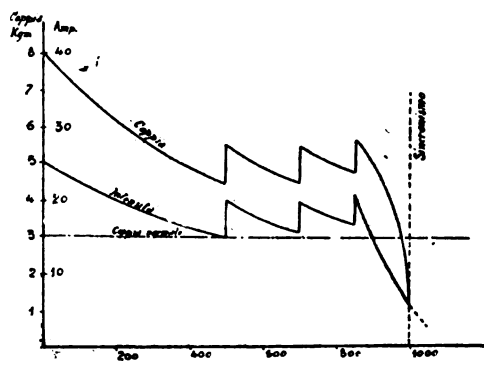


Fig. 39.

Motore Fynn-Alioth - J M F - 1000 giri - 500 v. - 50 p.
Curve d'avviamento - Controller a 4 tacche.

La fig. 39 è di un motore di 6 HP a 6 poli con avvitatore a 4 tacche.

Si osserva la coppia massima uguale a 2,6 la normale.

Il motore della Ganz Elektrizitäts A. G. è un motore a repulsione a compensazione e a numero di giri costante. La caratteristica principale di questo motore è l'inserzione permanente dell'avvolgimento S_3 prima e dopo l'avviamento: (fig. 40) l'avvolgimento S_3 è collegato costantemente colle spazzole di compensazione bb' e sono così evitate tutte le manovre per l'avviamento sia a mano che automatiche.

L'avvolgimento S_3 si compone di un piccolo numero di spire ad alta re-

sistenza (argentina) disposte sullo statore; questo S_3 è un avvolgimento completamente indipendente dall'avvolgimento primario, ed è disposto in modo che il suo asse si trova nella direzione del diametro delle altre due spazzole aa' che sono chiuse fra loro in corto circuito (repulsione); queste spazzole sono nella direzione dell'avvolgimento S_1 principale, il quale coll'avvolgimento S_2 trasversale dà un flusso Φ risultante che è inclinato di 30° circa sulle direzioni delle spazzole in corto circuito. La direzione del flusso può risultare 30° a sinistra o 30° a destra della direzione delle spazzole mediante l'inversione della corrente sull'avvolgimento trasversale S_2 , ottenendosi così facilmente l'inversione del movimento del rotor. La tensione alle spazzole bb' è

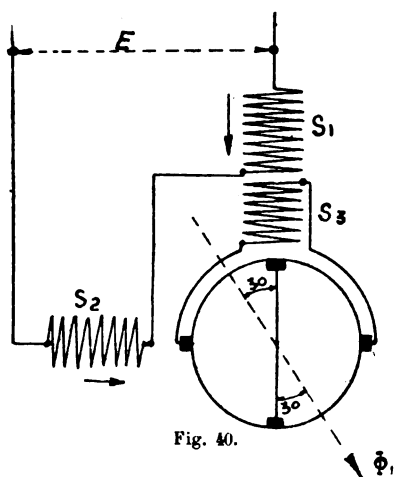


Fig. 40.

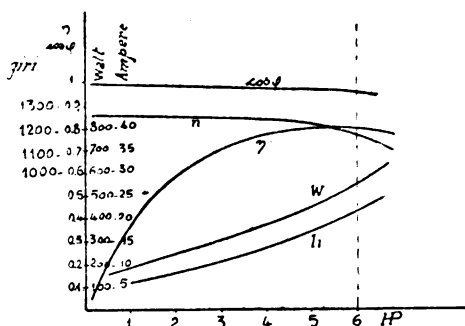


Fig. 41.

Motore Gans - Monofase - Tipo K - B - 220 v.
42 p. - 6 HP - 1200 giri.

indipendente in grandezza e fase dalla grandezza e dalla fase della corrente principale: il motore cammina così a velocità pressapoco costante colla variazione del carico e anche della tensione. Per effetto dell'avvolgimento S_3 specialmente, anche se il carico viene a mancare la velocità del motore oltrepassa di qualche per cento solamente la velocità normale.

Grazie all'indipendenza fra i circuiti statore e rotore questi motori possono essere costruiti per dirette tensioni fino a 3000 volt, senza il bisogno di trasformatori intermediari, e la commutazione è sempre ottima: come pure per qualsiasi sovraccarico anche del 50 % il collettore rimane assolutamente libero da scintille.

La posizione delle spazzole è stabilita una volta per tutte nelle prove in officina e non fa più bisogno di muoverle.

Le caratteristiche principali di questo motore sono: Commutazione eccellente. Coppia motrice molto elevata che può anche aumentarsi per un dato motore inserendo resistenze nel circuito delle spazzole bb' . Coppia massima all'avviamento, e $\cos \varphi$ presso ad 1 a carico normale. Nella marcia a vuoto il motore assorbe un minimo di corrente con spostamento di fase in avanzo sulla tensione. Per il carico normale il $\cos \varphi$ va intorno all'unità, e se il motore è sovraccaricato $\cos \varphi$ scende a 0.95 o 0.9 a seconda della diminuita velocità. (Fig. 41). Il motore ha un rendimento elevato perchè la corrente di magnetizzazione e le perdite nel ferro del rotor che gira sincronicamente sono eliminate.

Per le potenze sino a 12 HP la messa in circuito ha luogo colla semplice chiusura di un interruttore bipolare. Per l'inversione di marcia si hanno speciali controller. Per i motori di grande potenza si impiegano delle resistenze a liquido combinate, se del caso, con il controller stesso per l'inversione di marcia.

La Casa Wagner et C. di St. Louis ha pure studiato recentemente un tipo di motore monofase a collettore diverso dal tipo classico di motore monofase che da anni costruisce con ottimi risultati. È questo nuovo motore un repulsione compensato, con caratteristica in derivazione: è simile a quello della Lahmeyer: ha due spazzole in corto circuito nell'asse del polo principale e due spazzole in serie a 90° delle prime. Un interruttore a forza centrifuga chiude il circuito del campo contrario S'' che è quello che fa rimanere la velocità anche a vuoto nei limiti desiderati (fig. 42). La particolarità di questo motore sta nel rotore, che è formato di due avvolgimenti distinti: uno a gabbia di scojattolo nella

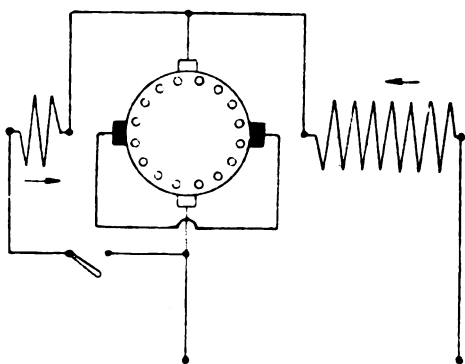
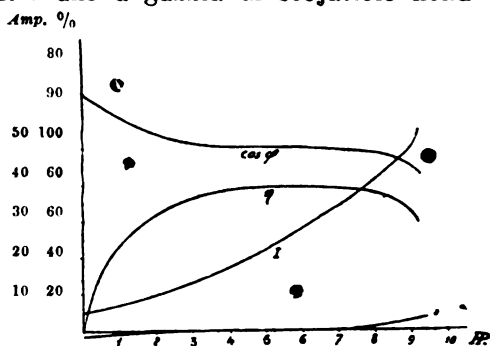


Fig. 42.

Fig. 43. — Wagner El. Co. - U. S.
Motore monofase a collettore a velocità costante.

parte più interna dei fori, e formato di piattine di rame e un avvolgimento ordinario a fili a matasse che fa capo a un collettore.

In ogni foro d'indotto esiste una piattina di ferro che divide i due avvolgimenti, e serve a chiudere il circuito magnetico intorno a ciascun avvolgimento distintamente. All'avviamento il motore si comporta come un motore in serie: l'interruttore A è aperto, l'effetto del campo alternativo sull'avvolgimento a gabbia non dà coppia: appena il rotore si mette in movimento la formazione dei due campi rotanti come in un motore asincrono monofase, genera una coppia che cresce colla velocità e che si somma alla coppia formata dall'altro avvolgimento. Poco al di sotto del sincronismo si avrà un massimo della coppia risultante: al sincronismo la coppia dovuta all'avvolgimento a gabbia si annulla, e diventa negativa per velocità superiori al sincronismo. Si comprende quindi come l'effetto di questo doppio avvolgimento rotore sia essenzialmente per la regolazione della velocità in modo assolutamente automatico.

Dal diagramma N. 43 si riscontrano le proprietà più salienti di questo motore: si riferiscono ad un motore di 5 HP per 60 periodi - 220 volt. Nel diagramma fig. 44 la curva 1 dà la variazione della velocità a carico decrescente quando il motore abbia l'avvolgimento di compensazione chiuso, ma senza avvolgimento a gabbia nel rotore e si osservi che la velocità giunge a 1800 giri

a vuoto: così per le curve 3 e 4 rispettivamente con o senza avvolgimento di compensazione, ma con l'avvolgimento a gabbia nel rotor. La curva 2 invece si riferisce al motore supposto senza avvolgimento di compensazione e senza avvolgimento a gabbia, e si riscontra che la velocità può oltrepassare i 3000 giri con serio pericolo della macchina. Questo motore lavora ugualmente colle

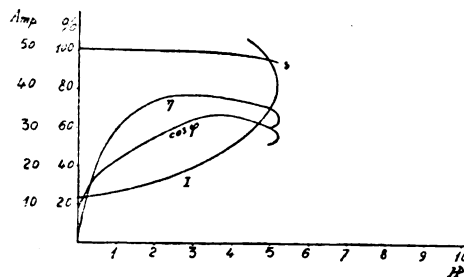
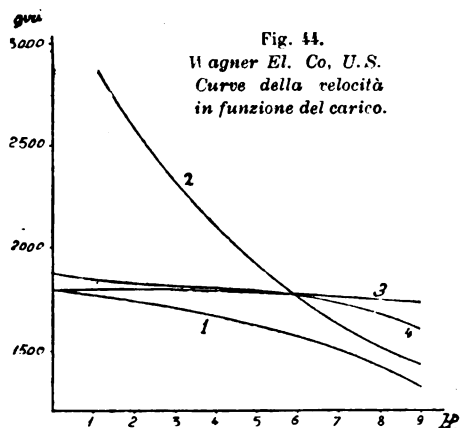


Fig. 45.

spazzole sollevate, comportandosi perfettamente come un asincrono; il diagramma fig. 45 è relativo allo stesso motore funzionante come asincrono. È da osservarsi che questo motore in marcia normale e con carico anche del 150 % lavora con $\cos \varphi$ circa uguale ad 1 e che inoltre con bassi carichi e a vuoto il φ diventa negativo. Il rendimento si mantiene elevato anche con forti sovracarichi.

MOTORI COMPENSATI.

§. 8. — I motori compensati sono caratterizzati dal fatto di avere quattro spazzole per ogni coppia di poli. Due di queste spazzole diametralmente opposte sono collegate in corto circuito come nei motori a repulsione, e le altre due sono in serie collo statore.

Il brevetto Latour e il tipo Winter Eichberg differiscono solamente nelle spazzole in serie, che nel primo sono direttamente in serie e quindi portano la corrente al commutatore alla stessa tensione del motore (fig. 46), nell'altro invece le spazzole in serie sono alimentate dal secondario di un trasformatore il cui primario è in serie collo statore (fig. 47). Questi motori partecipano della qualità di motori in serie e di motore a repulsione. In ultima analisi le spazzole in corto circuito non fanno altro che produrre nel rotore stesso quel tal campo di compensazione per distruggere il flusso Φ' che è trasversale e che fa abbassare il $\cos \varphi$ e rende difficile la commutazione.

Questi motori infatti hanno una buonissima commutazione a tutti i carichi e hanno $\cos \varphi = 1$. Sono i motori che più si prestano per la trazione, specialmente il tipo Winter Eichberg, che può avere i motori direttamente alimentati anche ad alte tensioni per l'assoluta indipendenza fra stator e rotor.

Colle spazzole con $\beta = 0^\circ$ la marcia è facilitata nei due sensi, ed è appunto questa la posizione più adatta per le spazzole di quei motori che devono avviarsi nei due sensi: la coppia massima in questo caso non corrisponde

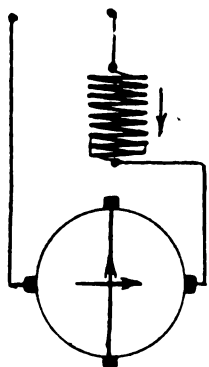


Fig. 46.

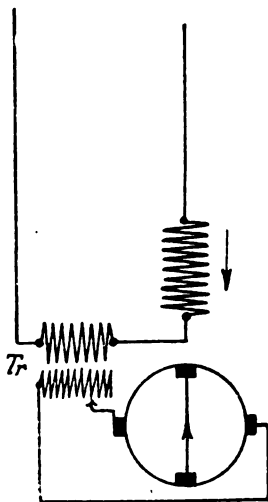


Fig. 47.

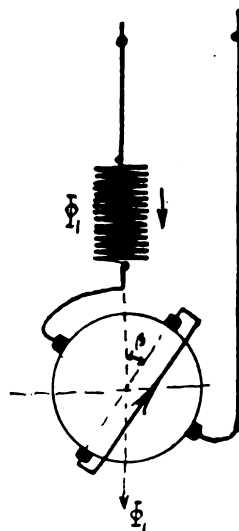


Fig. 48.

al punto di velocità 0, ma si ha il massimo per una velocità di circa il 10 % della velocità di sincronismo: questo del resto non è inconveniente per

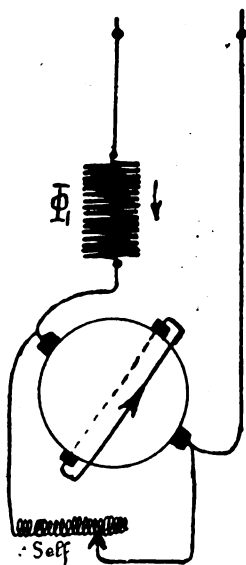


Fig. 49.

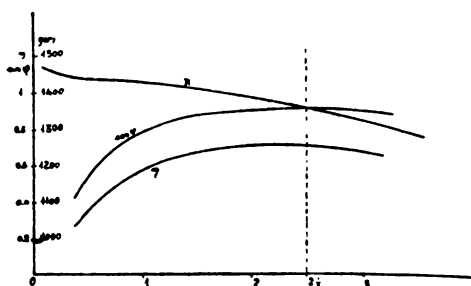


Fig. 50.

Motore Ateliers du Nord - Jeumont
con limitatori di velocità - $2\frac{1}{2}$ HP - 120 c. - 1400 giri.

certe applicazioni come le gru e montacarichi, per non dare all'inizio uno strappo troppo forte.

L'inversione di marcia si ottiene capovolgendo il senso d'adduzione della corrente alle spazzole in serie. La regolazione della velocità da 0 al sincronismo si può fare per gradi mediante controller, modificando la corrente alle

spazzole: nel tipo Winter Eichberg si fa molto semplicemente a mezzo dello stesso trasformatore regolabile a contatti variabili.

Les Ateliers de Jeumont costruiscono il motore a repulsione compensato con due diversi tipi, cioè con caratteristica di motore in serie (fig. 48) e con caratteristica di motore compound (figg. 49 e 50).

Sono motori con 4 spazzole, due in corto circuito e due in serie collo statore, decalate di un certo angolo sulla zona neutra: differiscono fra loro solamente per avere, quello con caratteristica compound, una self in derivazione sulle spazzole in serie.

Il gruppo delle quattro spazzole può essere spostato facilmente a mezzo di un volantino, il che giova per variare la velocità di rotazione pur mantenendosi elevato il rendimento ed il $\cos \varphi$.

Per un determinato angolo di calaggio la velocità aumenta col diminuire del carico: per i motori con la self in derivazione sulle spazzole, la velocità non può arrivare a limiti pericolosi, e il motore ha una caratteristica che si accosta a quella dei motori compound a corrente continua. La coppia d'avviamento è molto elevata e può raggiungere il doppio del valore normale.

Per tutti i motori compensati si ha il vantaggio che al sincronismo si forma un campo rotante analogamente al motore a repulsione: è appunto l'esistenza di questo campo rotante che facilita di molto la commutazione. La reattanza del rotore per effetto della compensazione sarà nulla al sincronismo e la resistenza apparente sarà solamente quella dello stator: il rendimento sarà più elevato, e più elevato il $\cos \varphi$. Al di là del sincronismo φ può diventare negativo; spostando le spazzole nel senso del movimento il $\cos \varphi$ diminuisce, cresce portandole indietro.

Nei motori compensati abbiamo le 4 f. e. m. come nei motori a repulsione, giacchè anche qui si avranno due campi Φ_q e Φ_t , i quali però, a differenza del motore a repulsione, rimangono sempre perpendicolari fra di loro nello spazio e nel tempo.

Le quattro f. e. m. però si compongono fra di loro diversamente e precisamente la E_{sq} e E_{rt} che sono in fase fra di loro si sommano per dare come risultante la tensione fra le spazzole che sono in serie collo statore, e E_{rq} e E_{st} si sommano per dare la tensione fra le spazzole in corto circuito. La I_2 che circola nel rotore è precisamente la risultante di due intensità di corrente, di cui una dipende dalle spazzole in serie e l'altra dalle spazzole in corto circuito.

La tensione fra le spazzole in corto circuito è molto bassa e non ha che da compensare la caduta ohmica $I_2 r$, e la tensione di dispersione che corrisponde alla circolazione di I_2 .

Lungi dalla saturazione, come succede in pratica, queste f. e. m. corrispondenti alla $I_2 r$ e alla dispersione possiamo trascurarle e scrivere

$$0 \cong E_{st} - E_{rq} = K \cdot f \Phi_t - K N \Phi_q$$

$$\Phi_t = \frac{N}{f} \Phi_q$$

e qui pure al sincronismo $N = f$ e quindi

$$\phi t = \phi q$$

cioè abbiamo un vero campo girante.

Questi motori non sono atti a lavorare per velocità molto superiori al sincronismo; sono motori quindi che si costruiscono comodamente per le ordinarie frequenze; non conviene che la velocità del rotor passi oltre il $25 \div 30 \%$ del sincronismo, sempre che però si abbiano elevate induzioni alla base dei denti del rotore.

Per certe applicazioni nelle quali occorrono velocità elevate si può ridurre le scintille che si formano sotto le spazzole in corto circuito coll'artificio di unire queste spazzole in serie con un avvolgimento F parallelo al campo principale (fig. 51): questo artificio porta con sé l'inconveniente di elevare la tensione sulle spire in corto circuito sotto le altre spazzole, tensione che prima era nulla.

Altro dispositivo si è di alimentare le spazzole che prima erano in corto

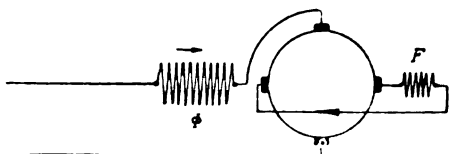


Fig. 51

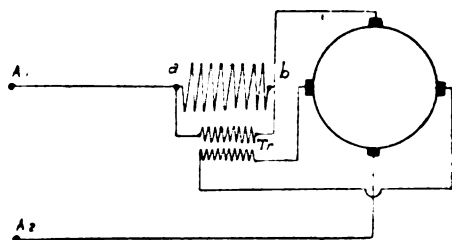


Fig. 52.

circuito con il secondario di un trasformatore il cui primario è in derivazione sul solo campo principale (fig. 52). Da questo motore vediamo che ci approssimiamo al motore compensato in derivazione.

L'A. E. G. costruisce motori monofasi compensati per trazione: possiede di fatti i brevetti Winter Eichberg (fig. 47). Una applicazione che presenta grandi caratteri di somiglianza con la trazione è appunto quella degli apparecchi di sollevamento: una delle prime installazioni del genere fu fatta a Colonia per il servizio delle gru al porto mercantile sul Reno. A Colonia si ha unicamente corrente monofase fornita dalla rete municipale. La corrente fornita a 3000 volt 50 periodi è trasformata a 500 volt per il servizio delle gru a Deutz. Queste gru hanno una potenza di 4 tn. ed hanno un motore da 40 HP per il sollevamento ed uno da 10 HP per la rotazione. La manovra dei motori è effettuata a mezzo di un unico controller, che ha al centro i distributori propriamente detti, e a destra e sinistra si trovano i trasformatori graduabili per l'avviamento e la regolazione della velocità dei due motori. Le caratteristiche di questi motori si approssimano a quelle di un motore compound a corrente continua e così si possono avere velocità variabili entro certi limiti determinati anche con carico variabile; in altri termini si possono sollevare carichi piccoli con velocità così moderate come per i carichi grossi.

I vantaggi di questo tipo di motore sono considerevoli, e troverebbe certo una larga diffusione se in maggior numero fossero le reti monofasi. Sappiamo del resto che nella trazione si è conquistato un posto importante. La corrente ad alta tensione circola soltanto nella parte fissa del motore; nella parte rotante invece viene lanciata una corrente a bassa tensione, normalmente non maggiore di 200 volt.

Così il collettore del motore, che è la parte più delicata, viene a trovarsi in condizioni migliori che non siano quelle in cui funzionerebbe il collettore di un pari motore a corrente continua a 500 volt. La corrente ad alta tensione circola oltre che nello statore anche nell'avvolgimento primario del trasformatore di regolazione, ed i soli apparecchi che si trovano sulla sua via sono un interruttore automatico il cui comando si fa dalla cabina del manovratore, ed un amperometro.

Le manovre necessarie per la marcia sono eseguite operando soltanto sulla corrente a basso potenziale che proviene dal trasformatore di regolazione. Tali manovre consistono nell'inversione di marcia e nel cambiamento del rapporto del trasformatore di regolazione, cambiamento che si riduce a derivare dall'uno o dall'altro dei vari capi dell'avvolgimento secondario la

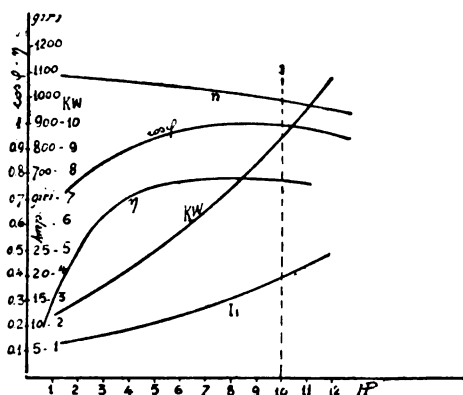


Fig. 53.
Motore monofase Winter - Eichberg - A.E.G. - per gru
500 v. - 50 p. - 10 HP - 1000 giri.

corrente di eccitazione che circola nel rotor, con che si viene a variare il potenziale di questa corrente. La semplicità è grande, maggiore che non sia nei migliori sistemi a corrente continua.

Inoltre l'abolizione di qualunque reostato costituisce un vantaggio considerevole, poichè oltre alla semplicità e facilità di manutenzione si ottiene anche un considerevole aumento del rendimento complessivo dei motori, infatti durante i continui avviamenti non viene spesa energia alcuna nelle resistenze. (Fig. 53).

MOTORI IN DERIVAZIONE.

§. 9°. — Sono tutti del tipo compensato ed hanno caratteristica di velocità costante al variare del carico. La loro genesi è direttamente collegata ai motori serie-compensati come poco più sopra abbiamo visto.

Hanno l'inconveniente di un basso $\cos \varphi$, se non sono compensati, per effetto del gran numero di spire che deve avere lo statore: generalmente però cogli artifici si rialza notevolmente il $\cos \varphi$ ed anzi negli ordinari motori compensati in derivazione si riscontra la proprietà caratteristica di avere a data velocità e con opportuno rapporto fra la corrente nell'armatura e corrente nell'indotto un $\cos \varphi$ con φ negativo. Proprietà molto importante che fa rassomigliare questi motori agli ordinari motori sincroni e possono quindi, come questi ultimi, agire come capacità sulle reti per rialzare il $\cos \varphi$ dell'impianto.

Questi motori si avviano sempre come motori a repulsione oppure come motori in serie per avere una coppia più energica.

La figura N. 54 dà appunto lo schema con avviamento in serie. L'inter-

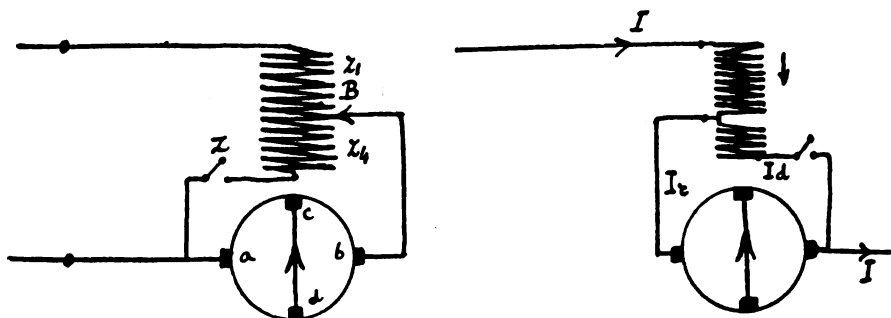


Fig. 54.

ruttore z viene chiuso automaticamente quando il rotore ha raggiunto il numero di giri voluto. Allora le spazzole $c d$ seguitano a lavorare in repulsione e a compensare il campo trasversale, e le spazzole $a b$ non sono più in serie, ma in derivazione su un certo punto B dello stesso statore. Quindi la corrente nel rotor non sarà più crescente col carico nelle stesse proporzioni della I nello statore, ma diminuirà leggermente col crescere del carico; l'aumento rapido del flusso non avviene più ed il motore convenientemente calcolato permette una v costante.

Avremo precisamente $I = I_r + I_d$ ad ogni regime di marcia. Però I_r varia poco col variare del carico, e quindi velocità costante. Per contro I_d è massima nella marcia a vuoto, perchè I_r è minima per la grande f. c. e. m. che si sviluppa nel rotor: I_d diminuirà invece col crescere del carico. Inoltre la coppia può variare collo spostare le 4 spazzole insieme.

Nel rotore avremo analogamente f. e. m. per azione statica e f. e. m. per azioni dinamiche, le prime proporzionali alla pulsazione, le seconde proporzionali alla velocità.

La commutazione fra a e b è teoricamente e praticamente perfetta: quella

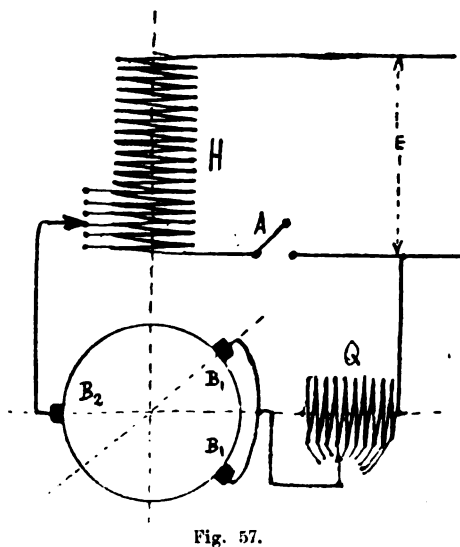
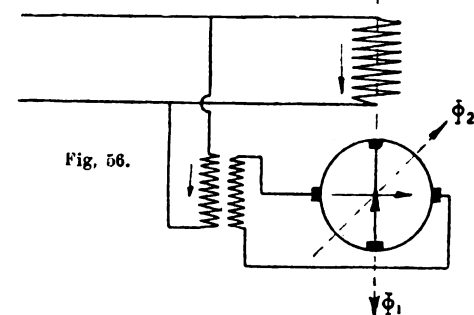
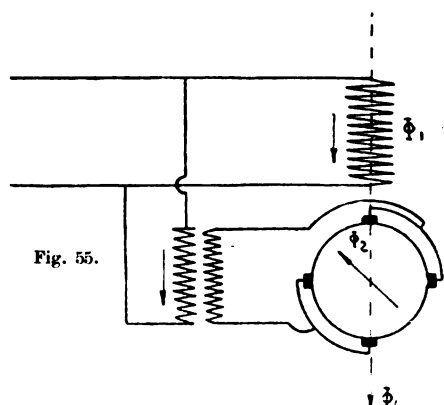
fra $c d$ è perfetta al sincronismo: essendo un motore destinato a lavorare al sincronismo si può dire che la commutazione è buona.

Il campo è ellittico e circolare al sincronismo.

Ricordo che questo motore azionato a velocità superiore al sincronismo è generatore di corrente: ed è un generatore curioso, perchè diventa un vero e proprio alternatore autoeccitatore a collettore con particolari caratteristiche, fra le quali quella di dare una f. e. m. rigorosamente sinusoidale.

Le Case che costruiscono il motore in derivazione sono poche per ora:

La Lahmeyer fu una delle prime a studiare il tipo di motore in derivazione alimentando però le spazzole sdoppiate col secondario di un trasformatore il cui primario era collegato in derivazione sullo statore (fig. 55). Oppure sem-



pre a mezzo di trasformatore con due spazzole in corto circuito (fig. 56). Ora in questi motori la resistenza induttiva dello statore è pressochè costante in marcia e a fermo per le normali saturazioni: non così quella della rotor che varia col numero dei giri. Il motore ha migliori qualità sotto marcia che a fermo e quindi non risulta un buon motore per l'avviamento sotto carico.

Brown Boveri ha introdotto recentemente il tipo Arnold La Cour (fig. 57). È motore in derivazione, il cui avvolgimento statore si compone di due avvolgimenti distinti spostati di 90°.

Il campo H è attaccato direttamente alla rete ed ha diversi punti di contatto $a b c \dots d$ per portare corrente alla spazzola B_2 . Il secondo avvolgimento Q è spostato di $1/2$ passo polare ed è regolabile a mezzo di una serie

di contatti. Questo avvolgimento, detto trasversale, da una parte è collegato alla rete, e dall'altra alle spazzole B_1 dette spazzole di lavoro.

Il rotore ha un ordinario avvolgimento a tamburo con collettore sul quale scorrono i due generi di spazzole. La B_2 spazzola d'eccitazione, le due B_1 , in corto circuito, su asse parallelo all'asse principale, in serie coll'avvolgimento Q .

Durante la marcia A è chiuso, e la corrente al rotor è derivata, per es. dalla tacca c ; attraversa B_2 e il gruppo $B_1 B_1$ e attraverso a quella data parte di Q ritorna alla rete: è chiaro che la corrente così derivata dipende dal rapporto degli ampergiri $a b$ e dal Q .

Supponiamo Q escluso del tutto, il motore ha velocità sincronica: con la giusta scelta della tacca $a b \dots d$ si può portare $\cos \varphi = 1$. Se si vogliono alzare i giri si deve includere in Q un certo numero di ampergiri tali da generare una magnetizzazione nello stesso senso del rotore: allora I_r cresce (I_r corrente rotore) e cresce la coppia. Se si vuol diminuire la velocità, bisogna spostare i contatti in Q in modo da avere una magnetizzazione contraria. Tanto più grande sarà l'azione di Q , tanto più grande sarà lo scartamento della velocità da quella di sincronismo.

Si possono così avere velocità del 20 - 30 % sotto e sopra del sincronismo.

Per avere una forte coppia d'avviamento A deve essere aperto: il motore demarra come motore in serie: per mezzo dell'avvolgimento Q si può moderare la corrente e quindi la coppia.

L'interruttore A deve essere chiuso quando fra i due contatti di A non esiste tensione, il che può essere avvertito mediante un voltmetro; ma d'ordinario ciò avviene a velocità di sincronismo.

Tutte queste manovre possono essere fatte con un ordinario controller.

Se ne costruiscono da 5 a 25 HP. con 4 - 6 poli e per frequenze di 25 ÷ 50 periodi. Fino a 500 volt si attaccano direttamente alla rete: per tensioni mag-

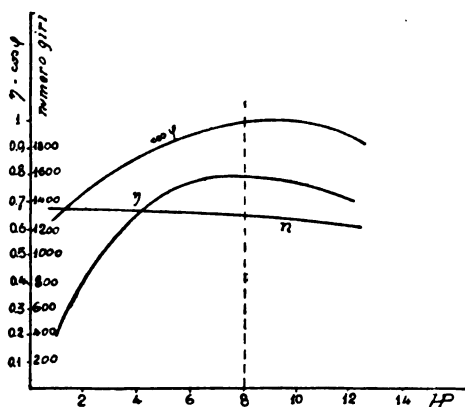


Fig. 58. — Motore Brown Boveri - Schaltung Arnold
La Cour . 8 HP - 220 v.

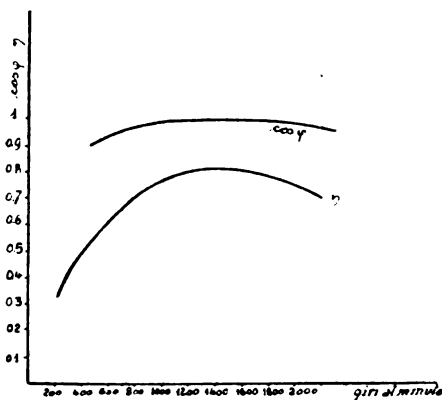


Fig. 59. — Motore Brown Boveri (Derivazione)
Arnold - La Cour - 8 HP - 220 v.

giori si adattano trasformatori. Le allegate curve riguardano un motore di 8 HP 220 volt 42 periodi (figg. 58-59).

È da notarsi che il $\cos \varphi$ rimane indipendente dalla regolazione dei giri.

Les Ateliers de Jeumont costruiscono due tipi di motori a velocità costante, che recentemente hanno figurato all'Esposizione di Bruxelles e alla nostra Esposi-

sizione di Torino. Sono tipi a 4 spazzole, di cui due sempre in corto circuito. e le altre due sono, in un primo tipo, in serie (fig. 60) colla statore, e nell'altro (fig. 61) indipendenti dallo statore. Nel primo tipo a velocità raggiunta un interruttore a forza centrifuga chiude in C il circuito di un avvolgimento S'' nella stessa direzione dell'avvolgimento principale, ed è l'azione di quest'avvolgimento che col crescere della f. e. m. di rotazione crea un flusso contrario che fa indebolire il campo e quindi la velocità. Nell'altro tipo le spazzole sono

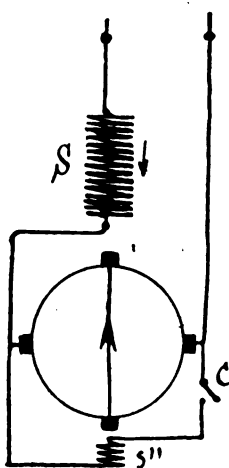


Fig. 60.

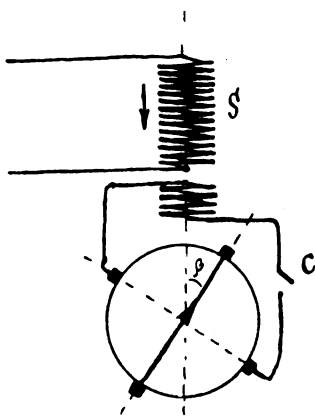


Fig. 61.

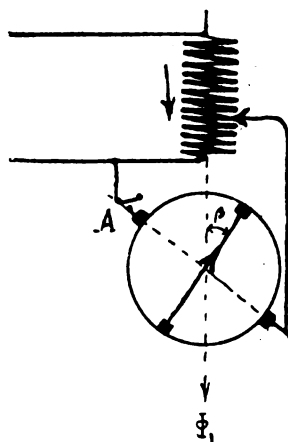


Fig. 62.

indipendenti dallo statore, ed il motore si avvia come motore a repulsione. Alla chiusura di C per velocità raggiunta l'azione dell'avvolgimento S'' è analoga a quella dell'altro tipo. Nell'un caso e nell'altro si hanno coppie pari al doppio del valore normale, con una richiesta in ampère che non arriva al

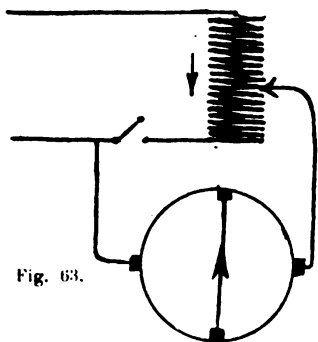


Fig. 63.

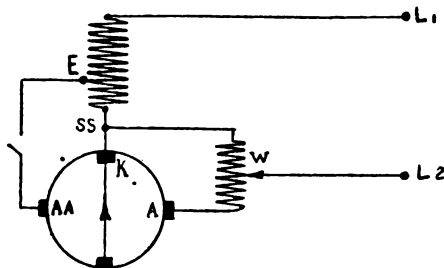


Fig. 64.

doppio del valore normale: la loro velocità è pressochè costante anche con carico nullo.

La General Electric C. costruisce motori in derivazione da $1/2$ a 5 HP collo schema della fig. 62: il motore demarra a repulsione e l'interruttore A viene chiuso solo a velocità raggiunta.

Il motore in derivazione della A. E. G. è pure in derivazione compensato con avviamento in serie: (fig. 63) generalmente lo schema è un po' più complicato per ottenere un avviamento più dolce (fig. 64). Il $\cos \varphi$ è prossimo all'unità,

l'attacco al punto W è fatto in modo da regolare la grandezza della corrente d'eccitazione alle spazzole. Al nostro Museo Industriale esiste uno di tali motori colle seguenti caratteristiche : 220 V. 23 a. 5 HP. 1200 giri - 42 periodi $\cos \varphi = 0,94$ (fig. 65) sul quale sono state fatte varie ed interessanti esperienze.

Vi sono inoltre dei motori in derivazione colle spazzole in corto circuito sulla zona neutra e le spazzole in derivazione sull'asse dei poli (fig. 66); la

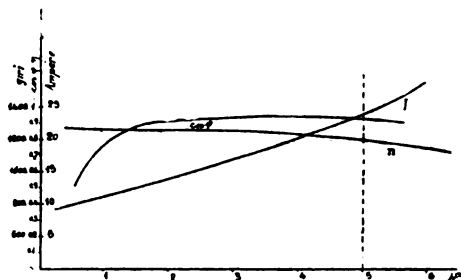


Fig. 65. — Motore monofase - A. E. G. - Derivazione
220 v. - 5 HP. - 1200 g. - 42 p.

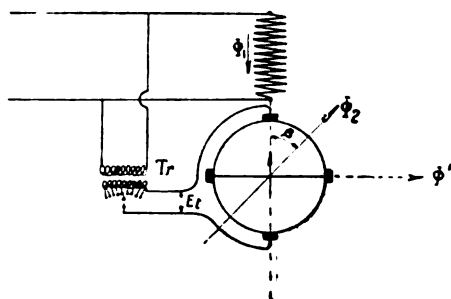


Fig. 66.

velocità viene regolata per mezzo del secondario del trasformatore, e sono motori che s'accostano più al tipo di motore a repulsione, perchè le correnti nel rotore vengono a dare un flusso risultante, la cui grandezza e direzione varia col variare della tensione E_t indotta sul secondario del trasformatore per mezzo del reostato R . Questo tipo non è atto ad avviamento pronto ed energico ed ha vantaggi solamente nella facile regolazione della velocità.

Un tipo importante di motore in derivazione è quello studiato dalla Lahmeyer e specialmente adatto per ascensori (fig. 67). Sullo statore vi sono due avvolgimenti $S_1 S_2$ sullo stesso asse, ma in senso contrario. All'avviamento l'interruttore A è aperto e il motore si avvia come motore in serie, intensità e coppia regolabili a mezzo di reostati.

A velocità raggiunta l'interruttore A si chiude per effetto di un interruttore a forza centrifuga montato sull'asse stesso del motore e allora subentra l'avvolgimento S_2 : coll'aumentare della velocità del rotor cresce l'azione S_2 ed il campo viene indebolito, e allora diminuendo l'azione delle spazzole in corto circuito il momento di rotazione diminuisce e il motore torna alla sua velocità normale. Si ha in altri termini un vero effetto di compensazione.

Un vantaggio di questa disposizione si è che effettivamente essendo il flusso sullo statore molto basso per effetto delle azioni contrarie fra $S_1 S_2$ si può costruire il motore con poco ferro pur tenendo, tranne che nell'avviamento, l'induzione in limiti tollerabili.

A questo scopo, e specialmente per i motori da ascensori che devono sviluppare una gran coppia all'avviamento, onde la riduzione del ferro non avesse a nuocere alla coppia, per diminuire il campo di dispersione si è munito lo statore di un terzo avvolgimento a $1/2$ passo polare, cioè all'asse delle spazzole di eccitazione, per annullare anche il campo trasversale all'avviamento quando funziona da motore in serie.

Il motore può lavorare da freno e lascia cadere il carico lentamente: lavora con velocità costante a variabile carico; $\cos \varphi =$ quasi ad 1, non ha bi-

sogno di resistenze d'avviamento nè di speciali avviatori, e può essere quindi comandato facilmente a distanza con bottoni, con funzionamento sempre pronto e sicuro.

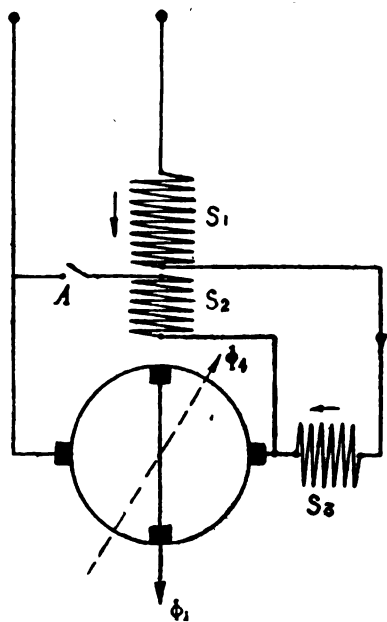
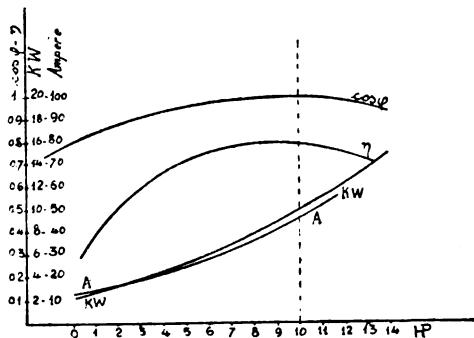
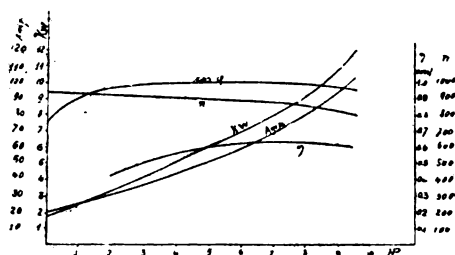


Fig. 67.

Fig. 68.
Motore Lahmeyer - 10 HP - 220 v.Fig. 69.
Motore monofase Lahmeyer - (Caratteristiche)

Abbiamo qui i diagrammi di due motori. Uno (fig. 68) a 6 poli di 6.5 HP. L'altro di 10 HP. a 220 V., 42 periodi (fig. 69).

MOTORI COMBINATI.

§. 10. — Come già accennato, i motori combinati sono quelli che all'avviamento hanno il commutatore in funzione e poi raggiunta la velocità di sincronismo il commutatore cessa di funzionare e il rotor trasformandosi in un indotto a gabbia di scojattolo, lavora come asincrono monofase. Per questi motori la curva della coppia in funzione del numero dei giri sarà una curva risultante dalla sovrapposizione delle due curve corrispondenti ad un motore a repulsione o in serie e di un motore asincrono. Avrà quindi l'andamento in figura (vedi fig. 2).

Uno dei primi motori di questo genere fu studiato dal Déry e costruito dalla Vereignite E. A. G. di Vienna: in questo tipo la modificazione da repulsione ad asincrono avviene molto ingegnosamente sullo stator colla modificazione del numero dei poli (fig. 70). Osservando le figure vediamo per esempio che l'avviamento avviene in bipolare: allora le correnti indotte nel rotore attraversano il collettore C su cui sono calate le spazzole ad una

determinata posizione in corto circuito, per dar la coppia massima: ad una determinata velocità si passa in 4 poli ed allora le connessioni al collettore rimangono senza corrente ed il motore lavora come asincrono.

Un tipo interessante è quello di Schüler costruito dalla Lahmeyer (fig. 71): è asincrono in marcia normale e a repulsione all'avviamento. Il rotor è simile a quello di una macchina a corrente continua, con un commutatore da una

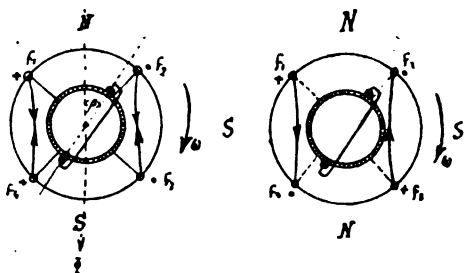


Fig. 70.

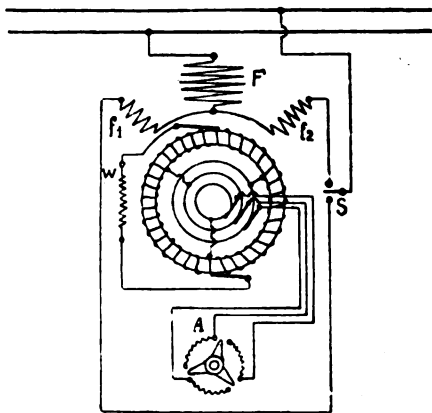


Fig. 71.

parte e tre anelli dall'altra. All'avviamento il circuito dei tre anelli è aperto dai contatti della resistenza R . Il motore s'avvia quindi come repulsione sulle spazzole in corto circuito. Mano mano che la velocità del rotore aumenta, si diminuisce il valore della resistenza R sulle tre fasi del rotor e così gradualmente il motore perde la proprietà di repulsione per trasformarsi in asincrono. A velocità normale lo stesso congegno che solleva le spazzole del commutatore mette in diretto corto circuito i tre anelli in modo da togliere tutta la resistenza passiva delle diverse spazzole.

A mezzo del commutatore C che può dar corrente attraverso ad f_1 o f_2 il motore può avviarsi indifferentemente nei due sensi.

La Siemens Schuckert costruisce pure un tipo analogo di motore combinato, ma reso assai più semplice, per adattarsi facilmente al comando di ascensori o macchine con comando a distanza come pompe, ventilatori, compressori per organi da chiesa, ecc., ecc.

È un motore a repulsione all'avviamento (fig. 72) con indotto come macchina a corrente continua: a velocità normale raggiunta un semplice interruttore a forza centrifuga fa il corto circuito su tre punti dell'avvolgimento rotore e questo viene quindi a trasformarsi in un ordinario motore a gabbia di scojattolo.

Per avviarsi nei due sensi ha due avvolgimenti a 90° che possono far risultare il campo inclinato o da una parte o dall'altra dell'asse delle spazzole: Alla velocità di sincronismo il monofase asincrono può funzionare infatti indifferentemente in un senso o nell'altro.

La casa E. H. Geist di Colonia costruisce un motore monofase analogo. Questi motori in corto circuito si avviano con una coppia elevatissima e

generalmente assai più elevata di quanto richiesto dagli ordinari ascensori: possono raggiungere infatti il 400 % della coppia normale con circa il 300 % della intensità normale. In queste condizioni il motore all'avviamento richiede una energia elevata e l'oscillazione sulla rete può essere considerevole se le sezioni sono un po' scarse.

Si ovvia facilmente all'inconveniente, inserendo tra le spazzole in corto circuito una resistenza: il valore della resistenza da inserirsi si può trovare per tentativi in modo da ridurre la corrente all'avviamento nei limiti desiderati.

La coppia si riduce naturalmente in proporzione, e il motore si avvierà più dolcemente, funzionando per un intervallo di secondi maggiore in repulsione: in ogni caso questi motori si devono poter portare ad un avviamento facile e sicuro con una richiesta in ampère che non deve superare di molto l'intensità normale. Il rendimento di questi motori è pari a quello degli asincroni monofasi ed il $\cos \varphi$ s'aggira sul 0.80.

Dello stesso tipo sono i motori che costruisce la Casa Gramme di Parigi e che ha serie complete di monofase a collettore da 1 a 24 HP per frequenza da 25 a 50 periodi.

Anche questo tipo di motore si trasforma in asincrono a velocità raggiunta e serve appunto quando, oltre alla grande coppia d'avviamento, è richiesta la velocità costante. In Francia ve ne sono applicati parecchi alle ferrovie del Nord per ponti scorrevoli, ponti trasbordatori, gru, ecc., ecc.

La Casa Gramme costruisce anche un motore del genere serie compensato quando è richiesta la velocità facilmente variabile.

Tra i motori combinati propriamente detti, tiene un posto importante quello della Wagner Electric Mfg. C. di S. Louis che da tempo costruisce motori a repulsione all'avviamento e asincroni in marcia normale: questi motori hanno alcuni pregi del tutto originali, tra gli altri quello del distacco delle spazzole dal collettore quando il motore ha raggiunto la velocità normale: per facilitare questa manovra il commutatore anzichè essere cilindrico colle lamelle parallele all'asse di rotazione, ha le lamelle disposte a raggio di un cerchio il cui piano è normale all'asse di rotazione: il collettore è quindi radiale con lamelle a settori vicinissime.

Il distacco delle spazzole e la chiusura in corto circuito avvengono automaticamente per effetto di un congegno a forza centrifuga. Questo motore può avviarsi con o senza una speciale resistenza per ridurre la coppia e la corrente all'avviamento: in ogni caso ha un avviamento pronto e sicuro e le interruzioni di corrente non sono pericolose, perchè automaticamente, se manca corrente, il motore si porta nelle condizioni di avviamento: come pure se, per un accidentale circostanza, viene sovraccaricato non si arresta, ma, diminuendo i giri, le spazzole tornano a funzionare e il motore, aumentando la coppia, ritorna alla velocità normale.

Il senso di rotazione si inverte spostando le spazzole. Per quelle speciali applicazioni in cui è richiesto un cambiamento continuo del senso di rotazione, si hanno motori con avvolgimenti ausiliari sullo statore, oppure con doppio paio di spazzole a seconda dell'esigenze del costruttore dell'ascensore.

La Wagner ne costruisce da 1/4 di HP. fino a 25 HP. per 25 fino a 133

periodi. Ve ne sono parecchi in funzione sulle stesse reti di luce, e rispondono perfettamente ai requisiti imposti dalle Società produttrici di energia, che pretendono che l'intensità d'avviamento non ecceda l'intensità normale.

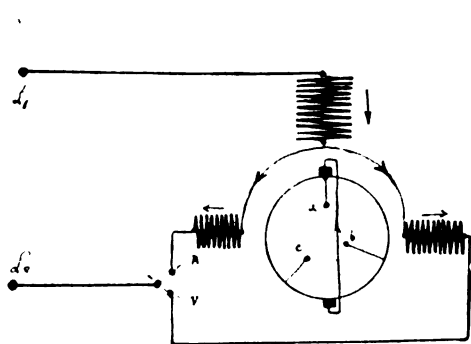


Fig. 72.

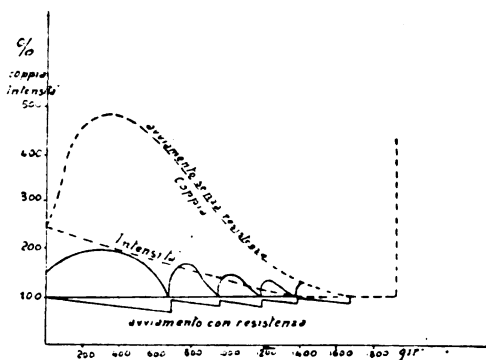


Fig. 73.

In queste condizioni tali motori sono atti a sviluppare ancora una coppia che è il 150 % della coppia normale (fig. 73).

Dello stesso tipo è il motore della Ideal Electric Mfg. C. di Mansfield però con commutatore cilindrico e senza sollevamento delle spazzole. Così quelli della Century Electric C. - Burke El. C. di New York - Emerson El. C. di S. Louis - Western El. C. - ecc.

Un motore combinato di genere serie asincrono è costruito dalla Westinghouse; ha lo stator come una macchina asincrona usuale, con due avvolgimenti spostati di 90° . Il rotor è avvolto come quello di una macchina a corrente continua: la reazione d'indotto è distrutta dall'avvolgimento a 90° come in un ordinario motore in serie; sul rotor oltre al commutatore vi sono tre anelli con tre spazzole, sulle quali a velocità raggiunta si opera il corto circuito: il rotor diventa allora sede, oltre che della corrente da commutare, delle tre correnti, come in un ordinario rotore a gabbia di scoiattolo.

In queste condizioni la commutazione è perfetta, e non vi sono perdite per isteresi nel rotore; se il motore rallenta sopravvengono le f. e. m. create per effetto dello slip, che fa aumentare la differenza fra la velocità del campo rotante e quella del rotore, e producono una coppia supplementare; se la velocità tende oltrepassare la v di sincronismo queste f. e. m. che si producono cambiano segno e generano una coppia resistente che fa diminuire la coppia del motore e torna così alla velocità normale: si avrà dunque un motore che corre a velocità costante qualunque sia il carico.

In questi motori lo stator deve essere cilindrico affinché la permeabilità dell'interferro sia costante in tutte le direzioni.

APPLICAZIONI.

§. 11° — Una delle applicazioni più importanti, e che è stata quella che probabilmente ha fatto nuovamente rifiorire gli studi sui motori monofasi a velocità variabile, si è certamente quella del comando elettrico delle macchine filatrici Ring.

Il comando elettrico diretto di queste macchine ha, come primo vantaggio l'eliminazione delle perdite inerenti alle cinghie, galoppini e trasmissioni; ma richiede un pronto e graduale avviamento ed una regolazione semplice del numero di giri del motore e quindi della macchina Ring. Condizioni queste che con gli ordinari trifasi non si potevano realizzare, sia perchè l'introduzione di resistenza sugli anelli del rotor faceva diminuire di soverchio il rendimento del motore, sia perchè l'avviamento del trifase è generalmente troppo brusco, ciò che porta di conseguenza frequenti rotture dei fili. Inoltre è caratteristico il fatto, che, non solo per differenti tipi di filo, ma anche durante la filatura di uno stesso tipo, debbasi avere la possibilità di variare in modo semplice e rapido la velocità entro dati limiti, per tener in giusto conto lo stato di avanzamento del processo di lavorazione la qualità del materiale grezzo, l'umidità dell'aria, ecc.

Il valore della velocità coi motori asincroni viene normalmente stabilito in modo da causare non troppe rotture dei fili al principio ed alla fine del periodo della filatura, mentre che nell'intervallo medio, esso potrebbe essere notevolmente aumentato. A quest'esigenza risponde particolarmente bene il motore a velocità variabili a repulsione la cui velocità può variare entro limiti vasti, ed essenzialmente con una progressione uniforme e senza urti.

Molte Case hanno studiati tipi speciali di motori a repulsione per il comando diretto delle macchine Ring, cercando di ottenere un motore semplice, robusto, completamente chiuso, con abbondante ventilazione, e anche con velocità automaticamente variabile. La Siemens-Schuckert, la Brown Boveri, la Oerlikon, la E. A. G. Vormals Hermann Pöge, la Bergmann, la Société Alsacienne de Construction di Belfort, specialmente in questi ultimi anni hanno messo sul mercato motori monofasi a repulsione con comando a mano e automatico delle spazzole, atti a variare la velocità di rotazione dal 50 % al di sotto del sincronismo fino al 30 % sopra.

Sono tutti motori del tipo a repulsione con spazzole spostabili, ed inoltre l'apertura dell'interruttore è così combinato da portar automaticamente la crociera delle spazzole alla posizione d'avviamento. La regolazione dei giri è prevista in generale dai 600 ai 1000 giri; in questi limiti il rendimento è buono e va dal 0.80 a 0.85 e il $\cos \varphi$ s'aggira da 0.85 a 0.95.

La potenza in generale è dai 7 ai 9 cavalli.

In questo modo la velocità dei fusi è regolata a seconda del diametro della bobina sulla quale si avvolge il filo, in modo tale da mantenere pressochè costante la tensione sul filo.

Questa velocità viene ridotta durante il tempo in cui il filo si avvolge sul diametro più piccolo delle bobine, ed in modo più accentuato durante la prima formazione della bobina e verso la sua fine. Mano mano poi che il diametro aumenta e per ogni movimento del banco degli anelli, questa velocità viene accelerata fino ad un massimo che corrisponde al diametro maggiore al quale appunto corrisponde uno sforzo su filo molto inferiore all'ammissibile, se il numero dei giri fosse rimasto costante. Ne risulta che per ogni strato di filo deposto sul fuso, la velocità del filo varia entro due limiti estremi, ma tali che la velocità media complessiva durante la filatura d'una bobina completa ri-

sulta notevolmente superiore a quella che si ottiene coi sistemi ordinari a velocità costante, mentre al principio e al fine viene diminuita notevolmente per evitare la rottura del filo.

In questo modo si arriva a far lavorare i filatoi alla velocità più adatta ad ogni qualità e ogni titolo di filato, ottenendo quindi dalle macchine una produzione maggiore e migliore.

La variazione di velocità inerente a questo processo della lavorazione può essere ottenuta automaticamente a mezzo di un congegno che dalla tensione del filo stesso ai fusi può far variare la posizione delle spazzole e quindi la velocità in modo assolutamente proporzionale all'aumento del diametro del filo avvolto sui fusi. La Casa Oerlikon possiede un brevetto in proposito assai interessante. Così pure la Brown-Boveri.

Prima di chiudere l'argomento può tornar utile accennare che il motore a repulsione con spazzole spostabili tipo Dery ha affrontato in questi ultimi tempo due problemi molto importanti: l'applicazione alle reti trifasi e l'applicazione alla trazione.

Per l'applicazione sulle reti trifasi finchè si tratta di motori di limitata potenza e in gran numero ripartiti sulle tre fasi di un rete trifase non si ha alcun inconveniente: questo è il caso ordinario delle macchine di filatura.

Ma se si tratta di pochi motori e di potenza rilevante, come sarebbe il caso delle macchine d'estrazione per miniere o macchine per la fabbricazione della

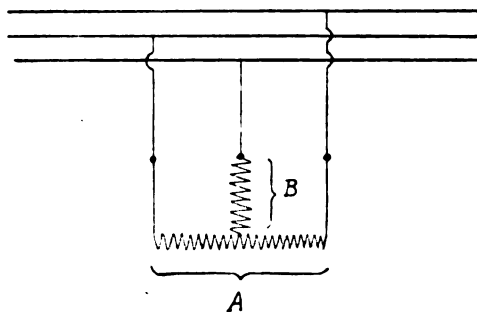


Fig. 74.

carta, allora non si può ricorrere a questa diretta applicazione, e bisogna avere motori capaci di caricare ugualmente le tre fasi del sistema trifase onde non si abbiano squilibri sulle fasi e conseguenti irregolarità della marcia.

La Brown-Boveri ha adottato per tali applicazioni un doppio motore Dery costituito precisamente da due motori monofasi a collettore, cogli statori indipendenti l'uno dall'altro dal punto di vista magnetico, ma coi rotor accoppiati a'lo stesso albero, con due collettori distinti, su ciascun dei quali vi è un gruppo di spazzole fisse e un gruppo di spazzole mobili. Le spazzole fisse sono sempre nell'asse dei poli, e le spazzole mobili sono unite a quelle fisse elettricamente, ed hanno i loro movimenti perfettamente accoppiati, in modo che lo spostamento delle spazzole mobili sui due collettori avviene assolutamente uguale.

I due avvolgimenti statore sono indipendenti elettricamente e sono connessi secondo lo schema (fig. 74).

L'avvolgimento *A* è quello di un mezzo motore, e l'avvolgimento *B* quello dell'altro mezzo motore.

Questo montaggio è oggetto di un brevetto appartenente alla Società Brown-Boveri, ma in fondo non è che la connessione del trasformatore di Scott, per la trasformazione appunto di corrente trifase in bifase e viceversa.

Precisamente l'avvolgimento *B* sarà proporzionato per una tensione = 0,867 quella dell'avvolgimento *A*. In tali condizioni le tre tensioni ai morsetti del motore saranno uguali e spostate di 120°.

La potenza reale quindi di ciascun mezzo motore sarà

$$W = 0,867. E. I. \cos \varphi$$

e la potenza totale del gruppo dei due motori sarà

$$W = 1.73 E. I. \cos \varphi$$

Il doppio motore Déry all'avviamento ed in marcia si comporta perfettamente come un ordinario Déry monofase, la regolazione della velocità si effettua per semplice spostamento delle spazzole: l'inversione di marcia si ottiene facilmente cambiando la direzione dello spostamento delle spazzole mobili rispetto alla zona neutra, senza che sia così necessario di interrompere la corrente principale, il che è di grande importanza.

Collo spostamento inverso delle spazzole durante la marcia si ha mezzo di frenare, per esempio, quando il motore è trascinato dal carico stesso, caso che succede frequentemente nelle macchine d'estrazione: l'energia prodotta in questo modo viene restituita alla rete. Contrariamente però a quanto avviene in un trifase asincrono, l'azione di freno non si verifica per una determinata velocità dipendente dal sincronismo, ma dipende invece dall'angolo di spostamento delle spazzole. Il motore può frenare il carico fino all'arresto completo per una coppia anche 2 ÷ 3 volte maggiore del normale.

La commutazione è anche nel doppio motore assolutamente perfetta, tenendo presente sempre che il collettore in marcia è sottoposto ad una debole tensione, il che permette, anche durante il funzionamento, la pulizia del collettore e anche il ricambio delle spazzole.

Tutti questi vantaggi rendono l'applicazione di questo motore conveniente sulle reti trifase per il comando di laminatoi, macchine d'estrazione, pompe, compressori, ecc.

Per l'applicazione alla trazione monofase, se si pensa al vantaggio considerevole del motore monofase del tipo Déry nella facilità colla quale si può effettuare la regolazione della velocità tra limiti molto estesi e la pronta inversione del momento di rotazione portando le spazzole ad un angolo $-\beta$ agendo così da freno se in marcia, oppure invertendo la marcia se da fermo, si comprende che questo motore è destinato ad avere una grande importanza anche come motore per trazione.

La regolazione della velocità è certamente più graduale e più sicura, perchè qui non fa d'uopo di regolatori per la tensione sul motore o sulle spaz-

zole, nè trasformatori di regolazione, nè trasformatori, abbassatori della tensione.

In questo tipo di motore il controller è ridotto ad un semplice dispositivo meccanico col quale si effettua lo spostamento delle spazzole; inoltre la regolazione è uniformemente progressiva, mentre negli altri tipi di motori monofasi essa viene ottenuta per gradi unicamente, ed in numero limitato. I motori Déry possono essere alimentati direttamente con corrente alta tensione fino a 5000 volt: la loro marcia in parallelo anche per 4 motori su una stessa vettura avviene regolarmente mediante il comando comune delle spazzole che per motori costruiti simili fa ripartire esattamente ed egualmente il carico.

Inoltre è da notarsi che il collettore di questi motori, la cui tensione è sempre ridotta a poche decine di volt, non presenta grandi difficoltà nella costruzione, se non quella di avere le lame molto suddivise: inoltre le dimensioni risultano sempre molto inferiori ai motori di trazione d'altri tipi.

Le prime prove di questo motore come motore per trazione furono eseguite sulla linea Stanstadt-Engelberg con motori di 40 HP a 600 giri con frequenza a 33. La tensione poté variare entro vasti limiti da 450 a 910 volt senza alterare il funzionamento, tranne che una proporzionale variazione della coppia: la velocità poté essere modificata a pieno carico da 400 a 800 giri, e in modo intermittente da 0 a 925 giri.

Durante gli avviamenti i motori svilupparono una potenza massima di 100 HP.

Lo spostamento delle spazzole è ottenuto col mezzo di un albero fisso, collocato sotto la vettura nel senso della sua lunghezza. Tale albero orizzontale, azionato mediante ingranaggi conici dall'albero verticale del controller, aziona a sua volta il meccanismo che sposta le spazzole su ogni motore per mezzo di alberi flessibili.

Si ottennero dei rendimenti del 90 % ed un $\cos \varphi = 0,9$ per le massime velocità, con un minimo di $\cos \varphi = 0,7$ per le basse velocità.

Un'altra prova interessante fu fatta sulla linea Wildegg-Lucerna della Seethalbahn con corrente monofase a 5000 volt diretti a 25 periodi con treni di 70 tn. per viaggiatori e di 160 tn. per le merci e con velocità di 45 e 35 Km. rispettivamente e pendenze del 37 ‰.

Recentemente è stato inaugurato il servizio sulla linea Martigny-Orsières nel Canton Vallese per la vallata di Entremont, che sarà più tardi prolungato fino al passo del Gran San Bernardo. È una ferrovia in sede propria di circa 20 Km. con pendenze massime del 35 ‰ per treni viaggiatori e merci.

Come sistema di trazione si è scelto quello a corrente monofase 8000 volt 15 periodi. Ogni vettura automotrice del peso di circa 40 tonn. per essere capace di trainare due rimorchi è equipaggiata con 4 motori Déry di 90 HP ciascuno: motori accoppiati ai 4 assi mediante ingranaggi.

La corrente di linea è abbassata a 750 volt mediante trasformatori statici portati dalla vettura stessa.

Anche in Italia si ha un recentissimo impiego di questi motori per trazione nelle tramvie urbane di Parma: sono stati inaugurati nel decorso 1910 e in questi primi mesi di esercizio si sono avuti risultati molto soddisfacenti

sia per la manutenzione come nell'esercizio, il che a priori può intuirsi se si pensa quale economia di energia si può ottenere in tramvie con gran numero di fermate, che abbiano avviamento facile, con variazione di velocità assolutamente graduale da zero al valore voluto, con manovra semplicissima di un volantino di dimensioni ridotte, senza le complicate connessioni degli usuali controller ed il consumo di energia inutilmente dispersa nelle resistenze.

★★

Per quanto mi è stato possibile, ho cercato di rendere completo questo breve studio: è però mio dovere ringraziare le diverse Case costruttrici che allo scopo interpellate direttamente o per mezzo dei loro Signori Rappresentanti hanno cortesemente risposto alle mie richieste fornendomi dati, schemi e schiarimenti, là dove la mia personale conoscenza in materia non poteva fornire quanto era necessario riassumere in queste poche pagine per renderle degne della vostra benevole attenzione.

Esprimo inoltre la massima riconoscenza alla Spettabilissima Società Piemontese di Elettricità per avermi dato agio di compilare il presente studio, concedendomi tempo e mezzi per eseguire numerose prove ed esperienze.

Ing. CARLO PALESTRINO.

Torino, Aprile 1912.

OPERE CONSULTATE

- ARNOLD — *Die Kommutatormaschinen.*
 E. PERDU — *Moteurs alternatifs à collecteurs.*
 NIETHAMMER — *Kommutatormotoren.*
 PUNGA — *Single Phase Commutator Motors.*
 HOBART — *Continuous and alternating Current Motors.*
 MAUDUIT — *Machines Électriques.*

N. 3.

NECROLOGIO

CAV. VITTORIO CAPPELLINI

Era una delle prime reclute che coi fondatori iniziarono nel 1897 la vita della Sezione di Genova, e fino all'ultimo di sua vita fu uno dei Soci più attivi e più affezionati.

Vittorio Capellini era nato a Cremona nel 1860, esordì come allievo elettricista nelle Officine del Tecnomasio a Milano al reparto « costruzioni elettriche » quando l'Ing. Cabella iniziò in quello stabilimento la costruzione delle dinamo per l'industria. Passato a Genova verso il 1885 fu prezioso coadiutore di A. Preve nel primo impianto d'illuminazione pubblica in questa città, a mezzo di lampade elettriche in serie, per poi entrare al servizio dell'Acquedotto De Ferrari Galliera quando l'Ing. Bruno ideò lo sfruttamento a mezzo dell'elettricità della caduta disponibile delle acque dei laghi artificiali del Gorzente, prima di convogliare le acque stesse nelle condotture che le trasportano a Genova.

Egli seguì, accanto al Thury la realizzazione di quell'impianto per distribuzione di energia in serie con corrente continua, che fu il primo e l'unico del genere in Italia; l'accompagnò, fino alla sostituzione dell'attuale impianto a sistema trifase ad alta tensione, come sorvegliante tecnico prima poi come ispettore elettrotecnico, alternando sempre la scrupolosa ed intelligente sua opera con lo studio; amante solo di compiere tutto il suo dovere e di migliorare sempre la sua coltura. L'Amministrazione dello Acquedotto che la sua opera teneva in gran conto perde col Capellini uno dei migliori suoi dipendenti.

Ma non solo nel campo della tecnica della elettricità il Capellini era riuscito a raggiungere una meritata considerazione, pure nella estimazione pubblica in Genova aveva conquistato un posto distinto perchè, filantropo per sua natura, faceva parte di numerose istituzioni di beneficenza ed istruzione delle quali era largo nell'aiuto morale e materiale.

Al modesto, benefico, buono, nostro collaboratore rivolgiamo un mesto saluto.

Genova, 18 dicembre 1912

Il Presidente della Sezione di Genova

S. A. RUMI.

N. 4.

VERBALI DELLE SEZIONI

SEZIONE DI ROMA

VERBALE DELLA ADUNANZA DEL 27 NOVEMBRE 1912.

ORDINE DEL GIORNO

- 1) *Comunicazioni della Presidenza.* — 2) *Ammissione di nuovi soci.* — 3) *Relazione del socio Prof. Comm. Moisè Ascoli sui « Lavori del Comitato Elettrotecnico Internazionale ».* — 4) *Relazione del socio Comm. Ing. Lorenzo Allievi sulla « Teoria del Colpo d'Ariete ».*

Presiede l'ing. Ulisse Del Buono, Presidente della Sezione.

La seduta è aperta alle ore 21,30.

Del Buono, Presidente. Fa un particolareggiato resoconto sulla Riunione Annuale dell'Associazione, tenutasi in Genova nel mese di ottobre e sui lavori della Commissione compilatrice delle norme per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici. Informa che appena conosciuta la notizia del grave incidente automobilistico occorso all'illustre nostro socio Comm. Guglielmo Marconi, inviò al medesimo una lettera a nome del Consiglio Direttivo e di tutti i soci della Sezione. Legge inoltre la lettera di risposta del Comm. Marconi.

Comunica l'ammissione dei nuovi soci: Ingegneri Bartoli, Della Lucia, Spadavecchia, Ferranti, Prof. Comm. Ceradini, Prof. Gr. uff. Luigi, Levi, Gorio, Canali, Daina, Malatesta, Moeus, Gily, Riccioni, Segrè, Zevi, il passaggio alla nostra Sezione del socio sig. Giacalone Messina, proveniente da quella di Milano ed il trasferimento del nostro socio Dr. Ing. Mario Dornig alla Sezione di Torino.

Commemora infine con brevi parole il socio Ing. Cav. Pietro Colombo defunto.

Dà quindi la parola al Prof. Ascoli.

Prof. Ascoli. Legge la sua interessante Relazione sui « Lavori del Comitato Elettrotecnico Internazionale » e termina vivamente applaudito.

Del Buono. Dopo aver ringraziato il Prof. Ascoli, sottopone all'approvazione dell'Assemblea il seguente Ordine del Giorno:

« La Sezione di Roma dell'A. E. I., udita la relazione intorno ai lavori della Commissione Elettrotecnica Internazionale, accogliendo la proposta del socio Prof. Comm. Moisè Ascoli, fa voti che le proposte della Commissione stessa siano sottoposte ad altre Associazioni tecniche e scientifiche per stabilire una intesa sulle questioni di comune interesse ».

L'ordine del giorno è approvato ad unanimità.

Il Presidente dà quindi la parola al socio Ing. Comm. Lorenzo Allievi.

Ing. Allievi. Legge la sua Comunicazione sulla « *Teoria del Colpo d'Ariete* ».

Per l'ora tarda la suddetta Comunicazione non può essere ultimata, e su proposta del Presidente l'Assemblea delibera di rimandare il seguito ad una prossima riunione.

La seduta è tolta alle ore 0,30.

Il Presidente.

U. DEL BUONO.

Il Segretario.

A. CARLETTI.

VERBALE DELLA ADUNANZA DEL 8 DICEMBRE 1912

ORDINE DEL GIORNO

- 1) *Seguito della Comunicazione del socio Comm. Ing. Lorenzo Allievi sulla « Teoria del Colpo d'Ariete ».*

Presiede l'Ing. Del Buono, Presidente della Sezione.

La seduta è aperta alle ore 21.

Del Buono, Presidente. Dà la parola al socio Ing. Allievi per il seguito della sua Comunicazione.

Ing. Allievi. Dopo aver brevemente riassunto la parte della sua Comunicazione svolta nella seduta precedente, continua la trattazione dell'argomento e termina vivamente applaudito dall'Assemblea.

Dopo una breve discussione, alla quale prendono parte i soci Prof. Ascoli, Prof. Bordoni, Prof. Revessi ed Ing. Del Buono, la seduta è tolta alle ore 23,30.

Il Presidente.

U. DEL BUONO

Il Segretario.

A. CARLETTI.

VERBALE DELL'ADUNANZA DEL 20 DICEMBRE 1912.

ORDINE DEL GIORNO

1. *Comunicazioni della Presidenza ;*
2. *Ammissioni di soci ;*
3. *Comunicazione del socio Ing. GIOVANNI MONGINI sopra « Alcune ricerche sui convertitori a mercurio ».*
- 4) *Comunicazioni dei soci.*

Presiede l'Ing. ULISSE DEL BUONO, *Presidente della Sezione.*

La seduta è aperta alle ore 21,30.

Del Buono, Presidente, informa che per cura dell'A. E. I. e col concorso del Ministero dell'Istruzione è stato pubblicato un volume contenente in cinque lingue la classica memoria di A. Pacinotti, volume che è in vendita per il prezzo di L. 5. Invita i soci a farne acquisto, tanto più che parte del ricavo andrà a beneficio del Monumento che il Consiglio Generale ha deliberato di promuovere in onore di Pacinotti.

Comunica l'ammissione dei nuovi soci: Venanzo Meca, Mario Pancani, Mario Ramazzotti, Roberto Spanò, Giovanni Terranova.

Dà infine la parola al socio Ing. Giovanni Mongini.

Ing. Mongini. — Espone la sua interessante pubblicazione sopra « *Alcune ricerche sui convertitori a mercurio* » e termina vivamente applaudito dall'Assemblea.

Segue una discussione sull'argomento, alla quale prendono parte i soci *Professori Bordoni e Revessi*.

Il *Presidente* dà quindi la parola ai soci che intendessero parlare sull'ultima parte dell'ordine del giorno.

Ing. Lattes. — Offre una copia dell'Annuario della Società fra gli ex-allievi del R. Politecnico di Torino.

Del Buono, presidente. — Ringrazia l'Ing. Lattes ed invita i soci ex-allievi della R. Scuola di Applicazione di Roma, a seguire l'esempio dei colleghi del Politecnico di Torino, formando una associazione analoga.

Dà quindi la parola al Prof. Giuseppe Revessi.

Prof. Revessi. — Fa un resoconto sui progressi fatti nei vari rami dell'elettrotecnica durante l'anno 1912.

Del Buono, Presidente. — Dopo aver ringraziato il socio Prof. Revessi, toglie la seduta alle ore 23.30.

Il Segretario

A. CARLETTI.

Il Presidente

U. DEL BUONO.

Sono in vendita presso l'Ufficio Centrale dell'A. E. I.:

- Le **Norme per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti Elettrici**
legato in tela-oro, edizione tascabile L. 1.—
- Gli **Atti del Congresso Internazionale delle Applicazioni elettriche di Torino 1911.** — 3 vol., 3000 pag. circa. — In essi come è noto sono esaminate moltissime delle principali questioni attuali dell'elettrotecnica
- Pei soci* » 15.—
- Pei non soci* » 20.—
- La **Descrizione di una macchinetta elettromagnetica di A. Pacinotti**
in 5 lingue italiana, francese, inglese, latina, tedesca, (edizione di lusso) » 5.—

N. 5.

RECENSIONI

(I recensori non assumono alcuna responsabilità delle affermazioni e dei giudizi contenuti negli articoli riassunti)

Illuminazione.**Una nuova lampada ad arco trifasica.**

WEDDING. — E. T. Z. - Vol. XXXIII, pag. 579 - Giugno 1912.

Dopo la sostituzione delle piccole lampade ad arco con le lampade a incandescenza a filamento metallico di alta intensità luminosa la lampada ad arco è tornata alla sua applicazione naturale di grandi aeree con centri luminosi di elevata intensità.

La nuova lampada trifasica di Schäffer, in prova da sei mesi al Politecnico di Charlottenburg, è appunto intesa a questo scopo, e sembra sia riuscita laddove hanno fallito tutti i tentativi precedenti di assicurare un consumo uniforme dei tre carboni, e il loro regolare avanzamento, così che la corrente in ciascun carbone e la differenza di potenziale fra ciascuna coppia possa mantenersi a sufficienza costante, e che le punte incandescenti dei tre carboni si mantengano inoltre costantemente in un piano orizzontale; ciascuno dei tre carboni della nuova lampada può spostarsi in un piano orizzontale, con ciò venendo anche a render possibile l'accensione, e col progredire del consumo scendere obliquamente; la contemporanea possibilità dei due movimenti, comandati da elettromagneti permette appunto di soddisfare alle due condizioni, e di mantenere le correnti e le tensioni normali in tutto il sistema.

Da misure eseguite in un primo modello per una tensione concatenata di 31,3 volt e una corrente di 9,7 ampère è risultato un consumo di 482 watt, un fattore di potenza di 0,92 e un'intensità media emisferica, in corrispondenza a una curva fotometrica polare quasi a semicerchio, di 2879 candele, ciò che corrisponde a un consumo specifico di 0,167 watt per candela.

Sperimentalmente è risultata anche, a differenza di quanto avviene nelle ordinarie lampade monofasiche, insignificante l'oscillazione della luce anche a frequenze molto basse.

Sono state poi eseguite su di un modello con spostamento a mano dei carboni alcune ricerche destinate a studiare l'influenza dell'aumento della tensione concatenata, e ciò mantenendo la corrente intorno ai 10 ampère e variando la tensione fra 30 e 100 volt; il consumo specifico è gradualmente disceso da 0,16 a 0,13 fino a 68 volt per risalire quindi rapidamente a 0,40 per 88 volt, a 0,61 per 91 e a 1,75 per 105; cioè intorno ai 70 volt si ha un massimo di intensità luminosa di circa 10000 candele con un consumo specifico minimo anche di 0,10 watt per candele e con una distanza fra i carboni proporzionale alla tensione e di circa 45 mm.; si tratta quindi di una lampada atta a funzionare con lunghi archi.

Il solido fotometrico è risultato quasi esattamente di rotazione.

Altre ricerche sono state fatte per studiare l'influenza del diametro dei carboni, sempre a fiamma gialla, nonchè la reale complessiva convenienza su di una rete a 110 volt; da queste esperienze risulta che con una lampada trifasica a globo leggermente opalino alla tensione della rete di 112 volt e una corrente di 10 ampere risulta una potenza al primario del trasformatore di 1200 watt con un'intensità luminosa di 12000 candele in corrispondenza cioè di un consumo specifico di 0,10 watt per candela; il consumo orario dei carboni, da 9 mm. di diametro, non risulta superiore ai 30 mm. per ciascuno.

Rimane praticamente la medesima la potenza assorbita al trasformatore, si riduce a 9000 candele la intensità luminosa, ma si raddoppia la durata dei carboni, supposti di eguale lunghezza, coll'impiego di carboni da 12 mm. di diametro.

Quattro ordinarie lampade a fiamma da 10 ampere possono dare un 9000 candele con un consumo specifico di 0,2 watt per candela e un consumo orario, per 30 mm. a ciascuno degli otto carboni da 9 mm. di diametro, di 15 cmc.; la lampada trifasica considerata non consuma nel medesimo tempo che 5 cmc. circa di carboni, e la metà della energia pur dando un 33 % in più di luce; rinunziando a questo aumento di luce e adoperando quindi carboni da 12 mm. di diametro la durata utile dei carboni si raddoppia: si aggiunga che il servizio dell'unica lampada costerà un quarto in confronto al servizio delle quattro lampade, insignificante essendo il maggior lavoro richiesto dalla presenza di un terzo carbone; largamente compensate saranno anche le spese di installazione di una sola lampada, sia pure col trasformatore e tre conduttori dal risparmio di quattro lampade su due circuiti colle relative resistenze addizionali.

Nulla si può dire ancora circa la spesa di fabbricazione, che industrialmente non è incominciata, ma è a ritenersi, che per quanto questo costo possa essere maggiore, i vantaggi elencati e quello anche di poter caricare uniformemente la rete sino di tal natura da assicurare alla nuova lampada un largo campo di applicazione.

G. R.

L'impiego delle lampade di grande intensità luminosa e in particolare delle lampade trifasi.

SCHÄFFER. — E. T. Z. - Vol. XXXIII, pag. 1155 - Novembre 1912.

Per effetto della facoltà di accomodamento dell'iride l'impressione di un'illuminazione sull'occhio non è proporzionale all'intensità dell'illuminazione stessa; poichè inoltre l'accomodamento non può essere istantaneo così può *abbagliare* la vista sia l'improvvisa apparizione diretta della sorgente luminosa, sia anche il presentarsi di una zona più illuminata di altre vicine; l'abbagliamento può all'estremo abbacinare quando lo splendore della luce superi la facoltà di accomodamento dell'occhio.

Per questa causa anche una piccola illuminazione può essere sufficiente quando uniforme, e d'altra parte una grande illuminazione può non essere apprezzata al suo giusto valore: un aumento di luce superiore alla facoltà di accomodamento dell'occhio dev'esser considerata come non conveniente; è troppo piccola quella illuminazione per la quale già è stata raggiunta la massima dilatazione dell'iride: sarebbe perciò sommamente utile la determinazione sperimentale di questi limiti, e del tempo necessario a raggiungere coll'occhio un conveniente accomodamento.

Nella scelta dell'altezza opportuna delle sorgenti luminose, limitatamente alle aeree scoperte, va tenuto conto dell'effetto disturbatore di altre lampade esistenti, come per strade urbane di quelle esterne ai negozi; quanto più queste interven-

gono tanto più dev'essere elevato la illuminazione minima stradale, poichè, a rigore la presenza di zone più illuminate ha agli effetti dell'illuminazione complessiva minimo vantaggio; ciò non toglie che la presenza di chiazze più luminose non rialzi l'impressione dell'illuminazione complessiva appunto per il fenomeno dell'abbagliamento indiretto, cioè non dovuto direttamente all'azione delle lampade sull'occhio, che fa apparire le chiazze stesse anche più luminose di quel che sieno in realtà; di ciò dev'essere soprattutto tenuto conto, quando si vogliano confrontare gli effetti di lampade diverse.

A parte quindi questo caso, è vantaggioso il collocamento a grande altezza delle lampade; aumentando tale altezza diminuisce bensì l'illuminazione del suolo direttamente sottostante, ma aumenta l'illuminazione delle zone intorno; inoltre è più graduale la riduzione dell'illuminazione e meno sentito quindi il passaggio dal massimo al minimo, anche perchè le lampade vengono ad essere maggiormente distanziate; in conseguenza queste però devono avere un'intensità notevolmente maggiore.

Favorisce la uniforme illuminazione anche la forma conveniente del solido fotometrico, al quale dovrebbe corrispondere un'intensità luminosa assai piccola nella direzione verticale verso il basso, e grandissima invece a qualche decina di gradi sotto l'orizzontale; anche il colore ha la sua importanza, quello delle lampade a vapori di mercurio è svantaggioso, favorevole, specie in caso di nebbia, la luce gialla, importante è finalmente la luce tranquilla ostacolata per esempio dallo sfarfallamento particolare alle lampade a fiamma a corrente alternata, e che invece è completamente eliminato nelle lampade ad arco trifasiche, anche quando la frequenza scenda sui 18 periodi.

Ciò premesso è interessante considerare i vantaggi, che possono essere ottenuti coll'impiego di lampade di fortissima intensità luminosa per l'illuminazione di grandi aeree scoperte, confrontando a questo scopo un'illuminazione con archi a fiamma da 3000 candele con un'altra realizzata con lampade ad arco trifasiche da 12000 candele; supposto in entrambi i casi che la curva fotometrica mediana sia stata opportunamente corretta mediante dispositivi diottrici.

Il confronto è stato fatto supponendo le lampade da 3000 candele sospese all'altezza di 9 metri e alla distanza di 45, e quelle da 12000 distanziate invece di 90 metri e sospese successivamente all'altezza di 15, 16,5 e 18 metri; a queste ultime altezze corrispondono intanto illuminazioni massime che variano da 35,5 a 24,5 lux, mentre le illuminazioni minime variano appena tra 5 e 6 lux, ciò indicando come l'altezza di sospensione maggiore sia in dipendenza dei criteri prima esposti certamente la più conveniente, e a questo risultato si viene pure col ripetuto confronto di ciascuna di queste disposizioni colla disposizione unica immaginata per le lampade da 3000 candele, colle quali in corrispondenza appunto alla maggiore altezza di sospensione è circa eguale il rapporto tra la illuminazione massima e la minima, ma il passaggio tra l'una e l'altra avviene per le lampade maggiormente intense e maggiormente elevate su una distanza doppia.

Se ora si assumono i dati sperimentali raccolti nell'articolo precedentemente riassunto in questo fascicolo di recensioni, si giunge alla prima conclusione che, avendosi per un medesimo tratto di strada una lampada trifasica e due monofasiche, e in conseguenza 12.000 candele nel primo caso e 6000 nel secondo, e essendo il consumo specifico delle lampade trifasiche di 0,1 watt per candela e 0,2 quelle delle lampade monofasiche, la potenza richiesta è in entrambi i casi eguale.

Assunto poi per tutti e due i tipi di lampade carboni da 9 mm. di diametro e un consumo orario di 30 mm., i consumi corrispondenti di carboni sono di 90 mm. per la lampada trifasica e di 120 per le due monofasiche.

Circa alla manutenzione si può ritenere che il servizio di tre lampade monofasiche equivalga a quello di due trifasiche: si ha quindi un risparmio del 25 % sia per il rinnovo dei carboni, che nella pulizia delle lampade.

Nel caso di basso costo dell'energia in confronto alla mano d'opera per il servizio esterno possono anche convenire carboni da 12 mm. sulle lampade trifasiche, e in questo caso l'energia costerà bensì il 30 % di più, ma per la maggior durata dei carboni, scenderà del 60 % il costo del servizio alle lampade.

Nè il costo d'impianto è maggiore, poichè si tratta di un numero di lampade trifasiche eguale alla metà di quello delle monofasiche.

Notevolmente più vantaggioso si presenta poi il confronto, se invece che di una strada si tratta di illuminare una piazza pubblica o un piazzale ferroviario, perchè allora le medesime condizioni di illuminazione prima prese in esame si possono ottenere con il quarto anzichè colla metà delle lampade; e con ciò il costo dell'energia del 50 % minore, il costo dei carboni e del servizio del 60 %: con carboni da 12 mm. il costo dell'energia diventa soltanto del 33 % più piccolo, quello dei carboni si riduce come prima del 60 %, ma quello del servizio si riduce perfino dell'80 %.

Singolare è l'andamento della corrente nei tre archi che alternatamente si formano nei tre carboni, e che resta per una notevole frazione del periodo completamente interrotta, la corrente nei fili adduttori acquista quindi, in confronto alla corrente di un'ordinaria lampada monofasica, alimentata allo stesso modo, una forma assai più appiattita.

G. R.

Comportamento del filamento delle lampade al tungsteno con la corrente alternata.

LANCELOT W. WILD — *Journal of The Institution of Electrical Engineers*
Luglio 1912, Vol. 49, pag. 314.

Quando una lampada a incandescenza lavora in un circuito a corrente alternata non può emettere un flusso luminoso costante, ma l'intensità luminosa deve variare, seguendo, sia pure in scala ridotta, le variazioni della corrente e poichè l'intensità luminosa non dipende dal senso della corrente così la frequenza delle

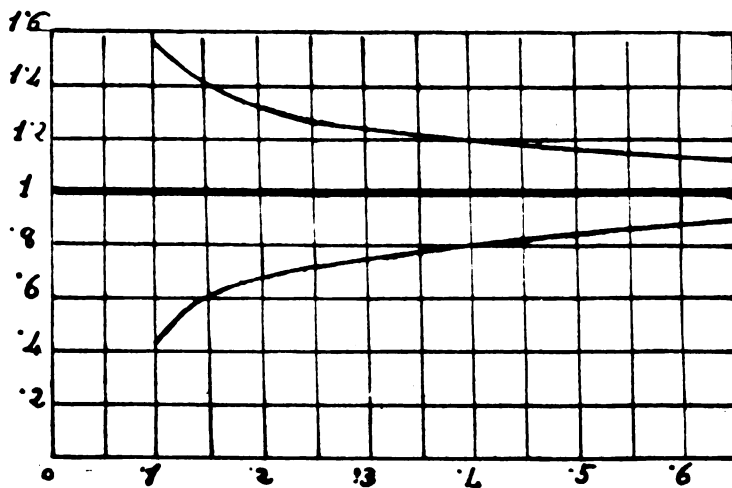


Fig. 1.

sue oscillazioni deve essere doppia di quella della corrente. Il valore istantaneo dell'intensità luminosa può essere misurato con uno strumento che si può chiamare strobo-fotometro. Essa consta essenzialmente della lampada da esaminare mantenuta in posizione fissa, di un carrello Bunsen pure fisso e di una lampada campione scorrevole. A pochi centimetri di distanza dal carrello Bunsen e dalla

parte della lampada in esame si trova un disco che presenta 2 fori diametrali della ampiezza di circa 5 gradi e che si fa girare per mezzo di un motorino: facendolo ruotare al sincronismo si misura l'intensità luminosa della lampada sempre in corrispondenza a una data frazione del periodo: si può quindi costruire per punti una curva che dia i valori istantanei dell'intensità luminosa.

Capacità termica e ampiezza della fluttuazione della luce. — Furono scelte parecchie lampade di diverso voltaggio e diversa intensità luminosa aventi tutte un consumo specifico di 1,3 watt per candela e di esse si misurò la corrente consumata, l'intensità massima, media e minima con una corrente di 25 periodi. I risultati di queste prove sono mostrati dalle curve in fig. 1 in cui le ordinate rappresentano le oscillazioni della intensità luminosa rispetto al valor medio indicato con uno, e le ascisse gli ampère con un consumo di 1,3 watt per candela. Le misure vanno da 0,1 a 0,65 ampère; il massimo valore istantaneo è di 1,58 volte il medio per il filamento più sottile e 1,11 per il più grosso; il minimo rispettivamente 0,44 e 0,90. La lampada consumante 0,1 ampère fu provata anche con una corrente di 50 periodi e si trovò un valore massimo uguale a 1,30 del medio e un minimo 0,71 con una oscillazione circa la metà della precedente. Per questa lampada si costruì anche per punti la curva che dà i valori istantanei dell'intensità luminosa; risulta (fig. 2) una curva dissimetrica in cui la sommità del monte

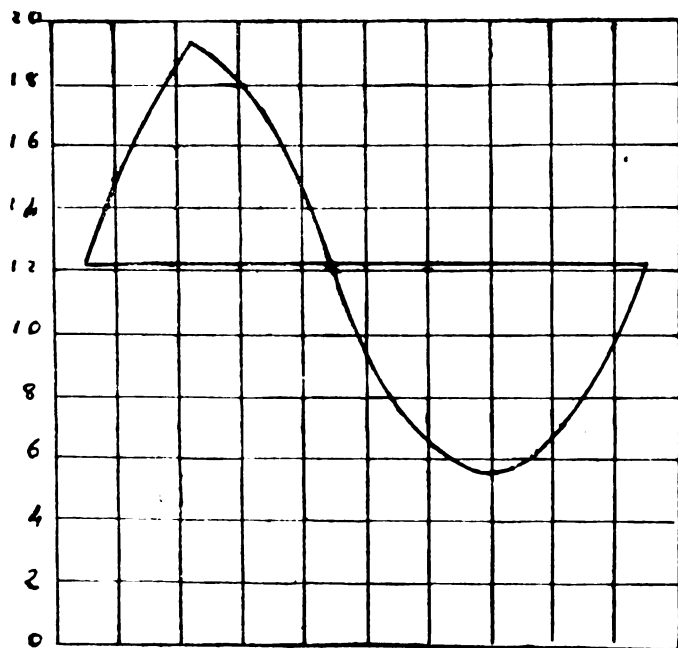


Fig. 2.

è maggiore della massima profondità della valle mentre l'ampiezza della base ne è minore.

Intensità luminosa e frequenza. — Era da aspettarsi che anche l'intensità luminosa media non fosse indipendente dalla frequenza: se ne ebbe la conferma sottoponendo, la lampada già citata, da 0,1 ampère, alla corrente continua e alternata a 25 e 50 periodi; si notò che il valore medio era, nel 2° caso, del 2,5 % più grande che nel 1° e nel 3° del 0,7 % più grande che nel 1° mentre il consumo non variava (almeno nel limite dell'uno per mille).

Una lampada consumante 0,2 ampère, sempre collo stesso consumo specifico, presentò invece colla corrente di 25 periodi un valore medio 0,75 % più grande

che colla corrente continua: valore concordante col precedente tenuto conto del consumo di corrente e della frequenza.

Effetto della oscillazione della temperatura sulla curva della corrente. — L'oscillazione della temperatura determinando una oscillazione nella resistenza del filamento deve causare una differenza tra la curva della corrente e della f. e. m.: ciò fu confermato dall'esperienza diretta: le 2 curve pur avendo gli zeri coincidenti hanno un andamento sensibilmente differente: il valore medio è 0,901 dell'efficace nel caso della f. e. m.; 0,905 nel caso della corrente: il valore massimo della corrente è spostato in avanzo di circa 4 gradi su quello della f. e. m. il che corrisponde a uno spostamento di fase effettivo, come risulta da misure voltometriche di 2 gradi.

È probabile che con le lampade a carbone che hanno un coefficiente di temperatura negativo la corrente sia invece in ritardo di fase.

G. M.

Impianti.

Calcoli di resistenza meccanica delle linee elettriche.

MOREAU. — *Portefeuille économique des machines* - 5^a serie, tomo X, n. 863
Novembre 1912.

L'autore, avendo notato che i progetti, presentati per l'approvazione delle autorità superiori, mancano spesso dei calcoli richiesti dai regolamenti, e ciò, spesso, per imperizia del progettista, si propone, in questo breve articolo, di indicare la via da seguire per far presto e raggiungere nello stesso tempo una approssimazione sufficiente: crediamo utile darne un breve riassunto al lettore.

L'autore divide il calcolo in due parti: nella prima suppone che non vi sia vento, nella seconda che vi sia.

Calcolo dei fili supposto che non vi sia vento. — Siano:

a la portata in m	}	di un filo alla temperatura di posa.
l la lunghezza » »		
f la freccia » »		
ω la sezione in cm. ²		
p il peso in Kg./m.		
Q la tensione in Kg.		
R il carico unitario in Kg./cm. ²		

a, f, ω, p , sono conosciuti; le altre quantità sono date dalle formole.

$$(1) \quad l = a + \frac{8}{3} \frac{f^2}{a}$$

$$Q = \frac{p a^2}{8 f}$$

$$(3) \quad R = \frac{Q}{\omega} = \frac{p a^2}{8 f \omega} = \frac{k a^2}{8 f}, \text{ avendo posto } k = \frac{p}{\omega}$$

Siano f' , l' , Q' , R' i nuovi valori di queste quantità per la temperatura t' ; α il coefficiente di dilatazione e λ l'allungamento unitario per un carico unitario di un Kg. Si ha:

$$(4) \quad l' - l = \frac{8}{3} \frac{f'^2 - f^2}{a}$$

$$(5) \quad R' - R = \frac{k}{8} \left(\frac{a^2}{f'} - \frac{a^2}{f} \right)$$

$$(6) \quad l' - l = l \cdot \alpha \cdot (t' - t) + l \lambda (R' - R)$$

da cui

$$(7) \quad \frac{8}{3} \frac{f' - f^2}{a} = l \alpha (t' - t) + l \lambda \frac{k a^2}{8} \left(\frac{1}{f'} - \frac{1}{f} \right)$$

equazione di difficile soluzione pratica, essendo di 3° grado. se, dato t' , si vuol trovare t' , in pratica conviene dare la freccia e trovare t' , l'equazione (7) si mette allora sotto la forma:

$$t' - t = \left(\frac{8}{3} \frac{f'^2}{a l \alpha} - \frac{\lambda k a^2}{8 \alpha f'} \right) - \left(\frac{8}{3} \frac{f^2}{a l \alpha} - \frac{\lambda k a^2}{8 \alpha f} \right).$$

Praticamente ecco la via da seguire. Consideriamo una linea di bronzo di grande resistenza meccanica, cioè 4500 Kg./cm.² e studiamo per 20, 30, 40, 50, 60 m. i casi in cui il coefficiente di sicurezza σ alla temp. di 20° è 2, 3, 5, 9 cioè

$$R = 2250, \quad 1500, \quad 900, \quad 500 \text{ Kg./cm.}^2$$

La relazione

$$R = \frac{k a^2}{8 f} \text{ dà subito la freccia } a \text{ a } 20^\circ$$

così ad es. per $a = 20 \text{ m}$, $\sigma = 2$, posto $K = 0,9 \text{ Kg. per m}$

$$f = \frac{0,9 \cdot 400}{8 \cdot 2250} = 0,02 \text{ m}$$

posto poi $\alpha = 17,5 \cdot 10^{-6}$; $\lambda = \frac{1}{1,25 \cdot 10^{-6}}$ si ha:

$$\frac{8}{3} \frac{f'^2}{a l \alpha} - \frac{\lambda k a^2}{8 \alpha f} = \sim 380,95 f'^2 - \frac{2,057}{f}$$

e quindi

$$t' - t = \left(380,95 f'^2 - \frac{2,057}{f'} \right) - \left(380,95 f^2 - \frac{2,057}{f} \right).$$

ciò che dà

R	$=$	2250	1500	1125	900	750	643
f	$=$	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07
$t' - t$	$=$	34,5	17,4	10,6	7,3	5,4	
t'	$=$	20°	14,5	31,9	42,5	49,8	55,2

avendo determinato R colla formola già citata. L'autore ha tradotto i risultati precedenti in grafici che danno subito, in funzione di t i valori di f e R e quindi nota la temperatura di posa, la tensione e la freccia da usare per la medesima; danno ancora la freccia massima e quindi l'altezza di sospensione, e la sollecitazione massima. Quando la portata non è compresa nei grafici che si hanno a disposizione, si può ricorrere a interpolazioni. Le stesse curve servono anche a determinare le condizioni di resistenza di un impianto già esistente quando se ne misuri la campata e la freccia a una data temperatura; naturalmente anche qui bisognerà ricorrere a opportune interpolazioni.

Calcolo tenendo conto del vento. — Supponiamo ora che su una linea di peso p per metro venga ad agire un vento orizzontale che eserciti uno sforzo di q Kg. a metro: il filo sarà sottoposto a una forza obliqua di $\sqrt{p^2 + q^2}$ Kg./m.

Si tratta di determinare il nuovo valore di R : si ha:

$$l' - l = \frac{8}{3} \frac{f'^2}{a} - \frac{8}{3} \frac{f^2}{a}; \quad R = \frac{k a^2}{8 f}; \quad R' = \frac{k a^2}{8 f'} \sqrt{1 + \left(\frac{q}{p}\right)^2}$$

$$l' - l = l \lambda (R' - R)$$

e quindi

$$f'^2 = f^2 + \frac{3 a^2 \lambda (R' - R)}{8}; \quad \frac{R'}{R} = \frac{f}{f'} \sqrt{1 + \left(\frac{q}{p}\right)^2}$$

$$\frac{R'}{R} \sqrt{1 + \frac{3 a^2 \lambda (R' - R)}{8 f^2}} = \sqrt{1 + \left(\frac{q}{p}\right)^2}$$

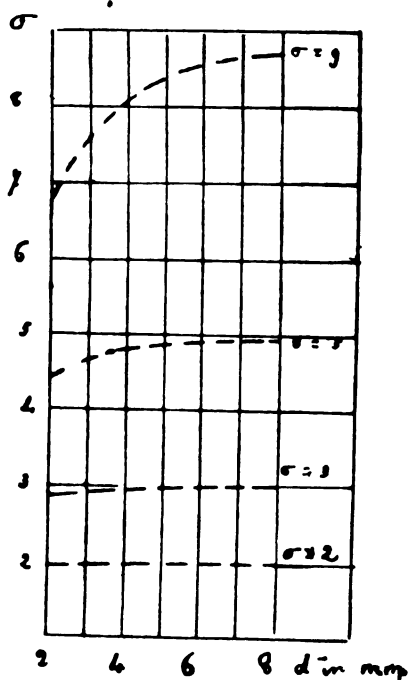
Essendo l'equazione di 3° grado in R' , l'autore dà dei grafici per facilitarne l'uso: in questi grafici in corrispondenza a un dato valore di q , t e a sono dati in funzione del diametro del filo i valori del coefficiente di sicurezza per un dato valore di esso alla stessa t e senza vento. Questi grafici permettono di determinare le condizioni di stabilità di una linea già esistente quando di essa si misuri a una data temperatura, freccia e campata e di costruire una linea in modo che nelle peggiori condizioni di t e vento il δ non scenda al di sotto di un dato valore. Riportiamo in figura i grafici corrispondenti a una campata di 50 metri e a un vento di 18 Kg. a m.² di pressione verticale ossia 18 gr. per m. e per mm. di diametro alla temperatura di 20° e per $\delta = 2, 3, 5, 9$ a 20° e senza vento.

Essi furono calcolati nel modo che andiamo ad indicare per $\delta = 2$. Si ha:

$$a = 50 \quad R = 2250 \quad f = 0,125 \quad \lambda = \frac{1}{1,25 \cdot 10^6}; \quad \frac{3 a^2 \lambda}{8 f^2} R = 108$$

e quindi posto $x = \frac{R'}{R}$

$$x^2 \left[1 + 108 (x - 1) \right] = 1 + \left(\frac{q}{p}\right)^2$$



che dà:

$d = 2 \text{ mm.}$	3	4	5	6	7	8
$p = 0,0283$	0,0636	0,1131	0,1767	0,2545	0,3465	0,452
$q = 0,036$	0,054	0,072	0,090	0,108	0,126	0,144
$x = 0,014$	1,006	1,004	1,002	1,002	1,001	1,001
$\sigma = 1,97$	1,99	1,99	2,00	2,00	2,00	2,00

Come si vede, l'azione del vento è importante specialmente per fili sottili. L'autore illustra con esempi numerici l'uso dei grafici stessi.

Calcoli dei pali. — Si supponrà il vento massimo orizzontale in direzione normale alla linea e tutti i fili di una campata spezzati: si avranno quindi le seguenti forze agenti promosse dal vento sui fili; pressione del vento sui pali applicata a $\frac{45}{100}$ dell'altezza; trazione dei fili data da R' moltiplicata per l'area e per il numero dei fili: queste forze danno, rispetto alla base, 2 coppie flettenti in piani normali che si potranno comporre e quindi calcolare il palo come una trave incastrata a un estremo e libera all'altro.

Un calcolo analogo si farà per i bracci trasversali trascurando però l'azione del vento sui bracci stessi: si ha quindi un momento flettente $M = R' \omega m$ se m è la lunghezza dei bracci stessi.

L'autore illustra questi calcoli con esempi numerici applicandoli al caso di pali in legno che sono usati, specialmente, per le trasmissioni di minore importanza e quindi progettati da persone poco istruite in materia a cui appunto, come si è detto in principio, si rivolge l'articolo.

G. M.

N. 6.**INDICE****dei più importanti articoli pubblicati nei periodici posseduti
dalla Biblioteca Centrale**

(Vedi elenco delle abbreviazioni usate per i periodici a pag. 93 del fascicolo 1.^o)

Argomenti diversi.

- *Ricerche acustiche sulle macchine.* — W. BURSTYN. — (E. T. Z., 8 agosto 1912, Vol. 33, N. 32, p. 825).
- *Contributi alla teoria delle tariffe.* — T. A. SCHOUTEN. — (E. T. Z., 15 agosto 1912, Vol. 33, N. 33, p. 848).
- *L'esportazione dell'industria macchinaria tedesca.* — A. ASTFALCK. — (E. T. Z., 1 agosto 1912, Vol. 33, N. 31, p. 800).
- *L'elettrocultura.* — E. ZOMPARELLI. — (El., R. 15 agosto 1912, anno 21, N. 16, p. 233).
- *Alcune considerazioni su l'insegnamento tecnico superiore.* — G. VALLAURI. — (A. E. I., agosto 1912, Vol. 16, N. 8, p. 714).
- *La conferenza internazionale dell'ora.* — J. REYVAL. — (Lum. El., 9 novembre 1912, Vol. 20, N. 45, p. 177).
- *Sopra alcuni sistemi di tarifficazione dell'energia elettrica.* — P. MARCHISIO. — (El. R. 1 novembre 1912, anno 21, N. 21, p. 289).
- *L'etere.* — E. ZOMPARELLI. — (El., R. 15 ottobre 1912, anno 21, N. 20, p. 275).
- *Politica del ferro.* — R. CATANI. — (El., R. 1 ottobre 1912, anno 21, N. 19, p. 265).

Elettrochimica ed elettrotermica.

- *Sulla formazione della ruggine.* — G. GALLO. — (El., R. 1 novembre 1912, anno 21, N. 21, p. 293).
- *Studi fisico-chimici sugli sviluppi fotografici.* — N. SCHILOW e S. FEDOTOFF. — Z. El. ch.; H. 1 novembre 1912, Vol. 18, N. 21, p. 929).

Elettrofisica.

- *Sulla dinamica dell'elettrone svincolata da arbitrarie ipotesi cinematiche.* — A. SIGNORINI. — (N. C., ottobre 1912, anno 58, N. 10, p. 257).
- *Determinazione dei valori momentanei di flussi d'induzione periodicamente variabili.* — G. MELAZZO. — (A. E. I., ottobre 1912, Vol. 16, N. 10, p. 851).
- *Un'altra determinazione in misura assoluta della potenza raggiata dal corpo nero.* — L. PUCCIANI. — (N. C., ottobre 1912, anno 58, N. 10, p. 322).

Generatori.

- *Applicazione degli alternatori asincroni.* — A. MOTTURA. — (El. R., 15 ottobre 1912, anno 21, N. 20, p. 273).
- *Calcolo delle macchine a corrente alternata.* — P. BOUCHEROT. — (In. El. P., 10 novembre 1912, Vol. 21, N. 501, p. 485).

Illuminazione.

- *Illuminazione elettrica e trasformazione della corrente trifase in monofase con frequenza triplicata.* — F. SPINELLI. — (El. R., 15 luglio 1912, anno 21, N. 14, p. 215).
- *Fotometria eterocromatica.* — H. E. JVES. — (Ill. Eng. L., novembre 1912, Vol. 5, N. 11, p. 494).
- *Architettura e illuminazione.* — F. E. WALLIS. — (Ill. Eng. L., novembre 1912, Vol. 5, N. 11, p. 490).
- *La nuova lampada a quarzo a corrente alternata.* — F. GIRARD. — (E. T. Z., 4 luglio 1912, Vol. 33, N. 27, p. 676).
- *Illuminazione elettrica e a petrolio.* — B. MONASCH. — (E. T. Z., 18 luglio 1912, Vol. 33, N. 29, pag. 738).
- *Sulle temperature dei filamenti delle lampade ad incandescenza e la loro influenza sul rendimento delle lampade.* — M. v. PIRANI e A. R. MEYER. — (E. T. Z., 11 luglio 1912, Vol. 33, N. 28, p. 720).
- *La lampada di quarzo al vapore di mercurio.* — E. ZOMPARELLI. — (El. R., 1 ottobre 1912, anno 21, N. 19, p. 868).
- *La lampada a magnetite.* — P. MARCHISIO. — (El. R., 15 settembre 1912, anno XXI, N. 18, pag. 249).
- *Lampada a vapori metallici a luce bianca.* — M. WOLFKE e K. RITZMANN. — (Z. Bel. w. B., 30 ottobre 1912, Vol. XVIII, N. 30, pag. 350).
- *Tendenze recenti nell'illuminazione.* — L. BELL. — (El. N., N. Y., 26 ottobre 1912, Vol. 60, N. 17, pag. 875).
- *Fotometri fisici.* — F. S. DOW. — (El. W., N. Y., 26 ottobre 1912, Vol. 60, N. 17, pag. 873).
- *Misura del potere riflettente.* — P. G. NUTTING. — (Ill. Eng. L., novembre 1912, Vol. V, N. 11, pag. 495).
- *Luce naturale e artificiale.* — M. LUCKIESH. — (Ill. Eng. L., Novembre 1912, Vol. V, N. 11, pag. 496).
- *Principi di illuminazione indiretta.* — T. W. KOLPH. — (Ill. Eng. L., Novembre 1912, Vol. V, N. 11, pag. 496).
- *Illuminazione a gas ad alta pressione.* — F. W. GOODENOUGH. — (Ill. Eng. L., Novembre 1912, Vol. V, N. 11, pag. 492).
- *La più conveniente lampada elettrica ad incandescenza.* — G. ROSTAIN. — (El. R., 1 agosto 1912, anno XXI, N. 15, pag. 225).

Impianti.

- *Sui fenomeni transitori nei circuiti elettrici e sui dispositivi di protezione.* — G. ASTUTO di LUCCHESI. — (El. R., 1 ottobre 1912, anno XXI, N. 19, pag. 258).
- *La comunanza d'interessi delle centrali del Württemberg.* — H. BÜGGELN. — (E. T. Z., 4 luglio 1912, Vol. 33, N. 27, pag. 673).
- *L'impianto elettrico per l'illuminazione e forza motrice del cotonificio Kolbermoor.* — H. BECHMANN. — (E. T. Z., 4 luglio 1912, Vol. 33, N. 27, p. 683).

- *Esperienze con interruttori ad olio.* — F. MARGUEIRE. — (E. T. Z., 11 luglio 1912, Vol. 33, N. 28, pag. 709).
- *L'utilizzazione dei combustibili di scarto per provvedere ad una produzione uniforme di energia elettrica in Germania.* — F. BARTEL. — (E. T. Z. 11 luglio 1912, Vol. 33, N. 28 pag. 705).
- *Sulla costruzione di grandi centrali termoelettriche.* — G. KLINGENBERG. — (E. T. Z., 18 luglio 1912, Vol. 33, N. 29, pag. 731).
- *Contributo allo studio dello skineffect.* — P. GIRAULT. — (E. T. Z., 11 luglio 1912, Vol. 33, N. 28, pag. 713).
- *Perfezionamenti alla tastiera Baudot.* — G. MALTESE. — (El. R., 15 agosto 1912, anno XXI, N. 16, pag. 237).

Materiali.

- *Sul comportamento dei filamenti di tungsteno trafilato sotto l'azione della temperatura e delle vibrazioni.* — O. SCARPA. — (El. R., 15 agosto 1912, anno XXI, N. 16, pag. 235).
- *Sul comportamento dei filamenti di Tungsteno trafilato sotto l'azione della temperatura e delle vibrazioni.* — O. SCARPA. — (A. E. T., luglio 1912, Vol. XVI, N. 7, pag. 638).
- *Nuovo sistema per la conservazione ed il risanamento dei pali in legno delle condutture elettriche.* — I. SARACENI. — (El. R., 1 settembre 1912, anno XXI, N. 17, pag. 244).

Motori elettrici.

- *Sul regolaggio dei motori a corrente continua.* — J. SIMEY. — (Lum. El., 9 novembre 1912, Vol. 20, N. 45, p. 163).
- *Motori trifasici a collettore.* — A. PUGLIESE. — (A. E. T., luglio 1912, Vol. XVI, N. 7, pag. 627).
- *Compensazione in serie dei contatori, motori a corrente continua.* — A. SAVINO. — (A. E. I., giugno 1912, Vol. XVI, N. 6, pag. 589).
- *Il carbone bianco ed i combustibili.* — E. THOVEZ. — (A. E. I., luglio 1912, Vol. XXI, N. 7, pag. 642).
- *Motori termici ed idraulici per le centrali elettriche.* — G. BELLUZZO. — (A. E. I., settembre 1912, Vol. XVI, N. 9, pag. 818).

Radiotelegrafia e radiotelefonía.

- *Una bussola radiotelegrafica.* — E. ZOMPARELLI. — (El. R., 1 agosto 1912, anno XXI, N. 15, pag. 229).
- *Radiotelegrafia magnetica.* — G. BAZZATI. — (El. R. 1 ottobre 1912, anno XXI, N. 19, pag. 257).

Telegrafia, telefonia e segnalazioni.

- *Il numero delle comunicazioni e degli impiegati in relazione al consumo di corrente in una centrale telefonica.* — F. AMBROSIUS. — (E. T. Z., 25 luglio 1912, Vol. 33, N. 30, pag. 769).
- *La telegrafia sottomarina in 60 anni di sviluppo tecnico.* — M. ROSCHER. — (E. T. Z., 11 luglio 1912, Vol. 33, N. 28, pag. 714).

Trasformatori e convertitori.

- *Su un tipo di trasformatore regolabile.* — G. VALLAURI. — (A. E. I., settembre 1912, Vol. XVI, N. 9, pag. 797).

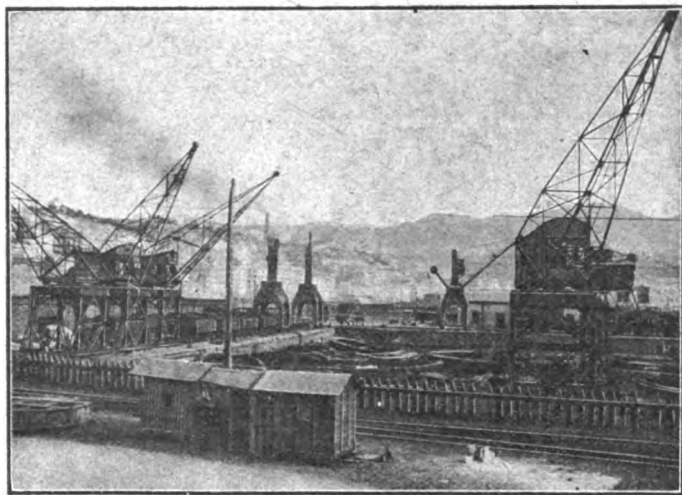
Trazione.

- *Le ferrovie di Colonia e dintorni.* — R. KRÜGER. — (E. T. Z., 1 agosto 1912, Vol. 33, N. 31, pag. 787).
- *L'aumento del traffico sulla metropolitana di Londra dopo l'elettrificazione.* — G. KEMMANN. — (El. Krb. Ba., M., 4 novembre 1912, Vol. 10, N. 31, p. 644).
- *Progetto di comunicazioni elettriche fra Costantinopoli ed i suoi sobborghi europei.* — E. BRUGSCH. — (El. Krb. Ba., Mü., 4 novembre 1912, Vol. 10, N. 31, p. 641).
- *La trazione monofase col motore Winter-Eichberg.* — G. HULDSCHINER. — (A. E. I., ottobre 1912, Vol. 16, N. 10, p. 868).
- *Risultati della trazione elettrica monofase sulle tramvie Parmensi.* — E. VIGLIA. — (A. E. T., settembre 1912, Vol. 16, N. 9, p. 788).
- *I motori monofasici per trazione e l'applicazione del motore a repulsione delle tramvie urbane di Parma.* — G. LADO. — (A. E. I., settembre 1912, Vol. 16, N. 9, p. 701).
- *Condotta dei veicoli con equipaggiamento elettrico C. M. B.* — J. N. JACOBSEN. — (Lum. El., 2 novembre 1912, Vol. 22, N. 44, p. 142).
- *Saggio di trazione monofasica sulle ferrovie meridionali.* — J. SIMEY. — (Lum. El., 26 ottobre 1912, Vol. 22, N. 43, p. 99).
- *Riorganizzazione della rete tramviaria della C. G. O. a Parigi.* — A. SOULIER. — (Ind. El., P., 10 novembre 1912, Vol. 21, N. 501, p. 493).
- *Gli impianti per costruzione e esercizio, della ferrovia elevata di Amburgo.* — W. MATTERSdorFF. — (E. T. Z., 4 luglio 1912, Vol. 33, N. 27, p. 679).
- *I freni ad aria compressa all'esposizione di Torino.* — P. VISCIDI. — (El. R., 1 novembre 1912, anno 21, N. 21, p. 297).
- *Il comando elettrico degli scambi tramviari all'esposizione di Torino.* — P. VISCIDI. — (El. R., 1 ottobre 1912, anno 21, N. 19, p. 263).
- *Trazione elettrica. Effetti e conseguenze dei corti circuiti sui trasformatori.* — F. SPINELLI. — (El. R., 1 settembre 1912, anno 21, N. 17, p. 241).
- *Ferrovia elettrica a corrente monofase ad alta tensione Roma-Frosinone.* — I. PELLIZZI. — (El. R., 15 luglio 1912, anno 21, N. 14, p. 209).
- *Le ferrovie secondarie del Belgio e della Prussia.* — R. HAAS. — (E. T. Z., 25 luglio 1912, Vol. 33, N. 30, p. 763).



SOCIETA' NAZIONALE OFFICINE DI SAVIGLIANO

Direzione, Via Genova 23, Torino - Officine in Savigliano e Torino



COSTRUZIONI

METALLICHE

MECCANICHE

ELETTRICHE

ED

ELETTRO-MECCANICHE

MATERIALE

FISSO E MOBILE

PER FERROVIE

E TRAMVIE

A VAPORE

ED ELETTRICHE

CABESTANS

SCAVATORI

DRAGHE, ECC.



Rappresentanze:

VENEZIA: Castello, Calle dietro la Chiesa di S. Giovanni Novo, 4439.

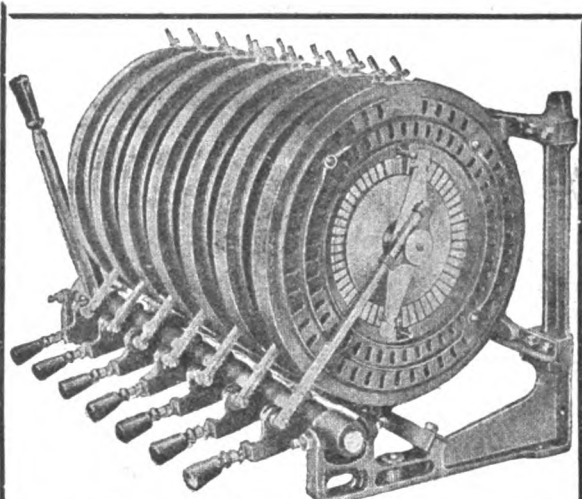
ROMA . . : Ing. **Giulio Castelnuovo** — Via Sommacampagna, 15.

GENOVA : Sigg. **A. M. Pattono e C.** — Via Caffaro, 17.

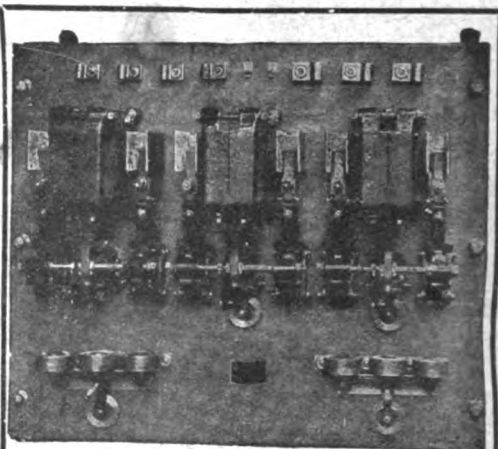
MILANO : Ing. **Lanza & C.** — Via Senato, 28.

Reostati - Avviatori - Regolatori

a mano ed automatici



Regolatore di luce per scena
a manovra per elementi e simultanea



Avviatore automatico
per motore trifase comandante
una pompa centrifuga

Ing. S. BELOTTI & C. - MILANO

Telefono: 73-03

Corso P. Romana, 76-78

Telegrafo: INGBELOTTI



Regolatore automatico della tensione di 4 alternatori

REGOLATORI THURY-CUENOD

a regolazione istantanea per i più svariati casi di regolazione
di macchine e linee elettriche





